

## Capítulo IV Pruebas

### 4.1 Introducción

Las pruebas son un elemento crítico para la calidad del software. La importancia de los costos asociados a los errores, promueve la definición y aplicación de un proceso de pruebas minuciosas y bien planificadas. Las pruebas permiten validar y verificar el software, entendiendo como validación del software el proceso, externo al equipo de desarrollo, que determina si el software satisface los requisitos, y verificación como el proceso interno que determina si los productos de una fase satisfacen las condiciones de dicha fase [Pressman, 2002].

Este sistema, como cualquier otro en ingeniería, puede probarse de dos formas: a) conociendo la función específica para la que fue diseñado; y b) conociendo el funcionamiento del producto. El primer enfoque se centra en las llamadas pruebas de caja negra y el segundo en las pruebas de caja blanca [Pressman, 2002].

Según lo definido por Pressman, las pruebas de caja negra se llevan a cabo sobre la interfaz del software. Se trata de demostrar que las funciones del software son operativas, que las entradas se manejan de forma adecuada y que se produce el resultado esperado. Las pruebas de caja blanca se centran en la estructura lógica interna del software. Se basan en un examen detallado de los procedimientos y caminos lógicos del sistema.

Las pruebas realizadas al sistema se basan en el enfoque de caja negra debido a las particularidades del sistema como lo es la arquitectura cliente-servidor, además de la dificultad exponencial de realizar pruebas de caja blanca basadas en el seguimiento de todos los caminos posibles. Pressman expone la dificultad de realizar pruebas de caja blanca a un sistema basado en cliente-servidor por los siguientes motivos aplicables a

nuestro sistema: la complejidad de las comunicaciones de red, la necesidad de servir múltiples instancias del sistema y la potencialidad de diferentes plataformas de hardware.

Las pruebas de caja negra buscan encontrar errores en cinco categorías [Pressman, 2002]:

- 1) Funciones incorrectas o ausentes;
- 2) Errores de interfaz;
- 3) Errores en estructuras de datos o en accesos a bases de datos externas;
- 4) Errores de rendimiento; y
- 5) Errores de inicialización y terminación.

El plan de pruebas se basó en las categorías anteriores buscando cubrir cada aspecto. El plan esta descrito en el siguiente punto en donde se explican las diferentes pruebas que se realizaron al sistema y sus resultados.

## **4.2 Plan de Pruebas**

Durante la implementación del sistema se llevó a cabo un proceso de ingeniería en espiral en el cual se fueron realizando pruebas de unidad e integración durante todo el proceso. Las pruebas realizadas al término del desarrollo del sistema, consisten en tres fases: Pruebas de requerimientos, pruebas de funcionalidad y pruebas de estrés.

Las pruebas de requerimientos se basaron en la validación de la tabla inicial de requerimientos, comprobando que cada uno de los requerimientos se encuentre satisfecho con el resultado final del sistema.

En las pruebas de funcionalidad se buscó verificar si el funcionamiento de cada uno de los métodos, procedimientos y estados del sistema, era correcto y si se obtenían los resultados esperados. Los escenarios de las pruebas están basados en posibles casos de uso y en la mayor cantidad de acciones posibles que un usuario potencial pudiera realizar.

Finalmente se realizaron pruebas de resistencia o estrés para evaluar el comportamiento del sistema en casos extremos de usos y situaciones como múltiples instancias del sistema, diversas peticiones de elementos del sistema al mismo tiempo, o utilización del sistema en redes saturadas.

### 4.3 Pruebas de Requerimientos

Las pruebas de requerimientos fueron realizadas basándose en la tabla de requerimientos iniciales y determinando si se habían cumplido cada uno de los requerimientos. La siguiente tabla describe la forma en que se satisficieron y los resultados.

Requerimientos	Cumplió con el requerimiento		Comentarios
	SI	NO	
El sistema debe estar disponible por Internet.	*		El sistema en modalidad TTS cumple con estar disponible vía Internet. En modalidad de audio pregrabado debe estar local en la máquina del cliente.
El sistema debe mostrar las lecciones de lectura sin alteraciones sustanciales a su formato original.	*		Las únicas modificaciones hechas a las lecciones es la inclusión de los botones de control del Agente, lo que no afecta sustancialmente su formato cumpliendo con este requisito.
El personaje animado debe estar visible.	*		Correcto
La voz del personaje debe ser audible a un nivel de volumen y velocidad adecuados.	*		El volumen de la voz del personaje depende del nivel de volumen que tenga establecido el usuario en su máquina. Sin embargo, a un nivel de volumen en bocinas audible, la voz del Agente se escucha perfectamente y a buena velocidad.

Requerimientos	Cumplió con el requerimiento		Comentarios
	SI	NO	
La voz del personaje debe estar en idioma español.	*		La voz del Agente esta en español de España cumpliendo con el requerimiento, pero sin satisfacerlo más allá de las expectativas (español de México).
El sistema debe preparar la página Web para que el usuario pueda elegir el texto que será leído.	*		Correcto
El personaje animado debe leer el texto que el usuario elija.	*		Correcto
El usuario puede controlar las acciones del personaje animado.	*		Correcto

**Tabla 4.1 Resultado de las pruebas de requerimientos.**

#### 4.4 Pruebas de Funcionalidad

Para realizar las pruebas de funcionalidad se contemplaron tres escenarios posibles basados en la situación de la máquina del cliente o usuario:

- 1) La máquina del usuario tiene los componentes del Agente de Microsoft instalados localmente y cuenta con conexión a Internet;
- 2) La máquina del usuario tiene los componentes del Agente de Microsoft instalados localmente pero no cuenta con conexión a Internet;
- 3) La máquina del usuario no tiene los componentes del Agente de Microsoft instalados pero cuenta con conexión a Internet;

Existen otros dos escenarios posibles que no se consideraron en las pruebas: a) La máquina del usuario tiene los componentes del Agente de Microsoft instalados, no cuenta con conexión a Internet, pero tiene guardadas las páginas de los libros interactivos

localmente; y b) la máquina del usuario no tiene los componentes del Agente de Microsoft instalados, y no cuenta con conexión a Internet.

El escenario a) no se consideró pues los resultados serían los mismos al escenario 1) de la primera sección. Considerando que las páginas de los libros interactivos se encuentran en el servidor de *Enciclomedia*, que los componentes del Agente de Microsoft no están instalados localmente, y que los componentes del Agente se pueden descargar automáticamente desde Internet pero el usuario no cuenta con conexión, el escenario b) se invalida por las razones anteriores.

Los resultados y detalles de las pruebas de funcionalidad, están descritas en las siguientes tablas. Estas pruebas se realizaron por cada etapa del desarrollo del sistema buscando cubrir todos los casos posibles y buscando evaluar todos los aspectos del funcionamiento de cada elemento.

Instalación automática de componentes al cargar la página del sistema				
Acciones	Escenario	Funcionó correctamente		Comentarios
		SI	NO	
¿Se instalaron los componentes de lenguaje del Agente?	1	*		A pesar que la documentación del Agente de Microsoft indica que se puede generar una descarga e instalación automática con sólo utilizar las etiquetas de Objeto para cada componente [Microsoft, 2005], se probó que esto no funciona y que el usuario debe instalar previamente los componentes necesarios. Sin embargo, las etiquetas de Objetos son completamente necesarias para tener acceso a las interfaces de las clases.
	2	*		
	3		*	
¿Se instalaron los componentes de control del Agente?	1	*		
	2	*		
	3		*	
¿Se instalaron los archivos de ejecución binaria de SAPI?	1	*		
	2	*		
	3		*	
¿Se instaló la máquina TTS en español?	1	*		
	2	*		
	3		*	
¿Se instalaron los archivos del	1	*		Para el caso de los archivos del personaje, estos sí se
	2	*		

personaje y sus animaciones?	3	*		cargaron e instalaron automáticamente cuando se contaba con conexión a Internet
------------------------------	---	---	--	---

**Tabla 4.2 Resultado de las pruebas de instalación de componentes.**

Las siguientes pruebas de funcionalidad evalúan la etapa del progreso del sistema en la que se carga la página en el navegador del usuario, se muestran los elementos HTML y aparece el Agente en pantalla. Debido a los resultados de la prueba anterior, para estas pruebas se consideran los siguientes escenarios:

- I) La máquina del usuario tiene los componentes del Agente instalados, cuenta con conexión a Internet pero no tiene los archivos del personaje instalados localmente; y
- II) La máquina del usuario tiene los componentes del Agente instalados, no cuenta con conexión a Internet, no tiene los archivos del personaje instalados localmente pero sí tiene las páginas del sistema guardadas localmente.

<b>Despliegue en pantalla del Agente y de elementos HTML al momento de cargar la página del sistema en el navegador del usuario</b>				
<b>Acciones</b>	<b>Escenario</b>	<b>Funcionó correctamente</b>		<b>Comentarios</b>
		<b>SI</b>	<b>NO</b>	
¿Se mostró el contenido de la página?	I	*		Para el escenario II el resultado siempre fue correcto pues la máquina del usuario tiene guardada localmente la página del sistema. En el escenario I la página se cargo correctamente en todos los casos utilizando una conexión a 56 kbps y otra a 1 mbps.
	II	*		
¿Se mostraron las imágenes de la página?	I	*		
	II	*		
¿Se mostraron los botones de acciones del Agente?	I	*		
	II	*		
¿Se cargo el personaje en el navegador del	I	*		
	II		*	

usuario?	II		*	correctamente. En el escenario II) el sistema intentó descargar los archivos y animaciones del personaje pero no lo logró debido a la falta de conexión a Internet. Sin embargo se mostraron los mensajes de error indicando lo sucedido y la razón del fallo.
¿Se mostraron las animaciones del personaje en pantalla?	I	*		
	II		*	

**Tabla 4.2 Resultado de las pruebas de despliegue en pantalla de la página del sistema y del Agente.**

Considerando los resultados de las dos pruebas anteriores, se estableció un escenario para poder realizar las siguientes pruebas, en el que los componentes del Agente de Microsoft están instalados en la máquina del usuario y que el usuario cuenta con conexión a Internet. Las siguientes pruebas verifican el funcionamiento de cada uno de los métodos y procesos del sistema. La evaluación comienza al momento de que la página se carga en el navegador del usuario y que el personaje se muestra correctamente en pantalla.

<b>Pruebas de Funcionalidad</b>			
<b>Acciones</b>	<b>Funcionó correctamente</b>		<b>Comentarios</b>
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
<i>Inicialización de componentes</i>			
Introducción del personaje	*		
Voz del personaje en español	*		
Se muestra la salida de audio en el Globo de Texto	*		
Se muestran las animaciones	*		
Voz del personaje audible	*		Esta prueba depende del nivel de volumen utilizado por el usuario en sus bocinas. Pero cuando esta puesto a un nivel audible, la voz del personaje se escucha bien.
El texto en el Globo de Texto es legible	*		

<b>Pruebas de Funcionalidad</b>			
<b>Acciones</b>	<b>Funcionó correctamente</b>		<b>Comentarios</b>
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
<b><i>Inicialización de componentes</i></b>			
Se muestran los comandos del Agente al oprimir el botón derecho del <i>mouse</i> sobre él	*		
<b><i>Comandos del Agente</i></b>			
Se puede mover al personaje a cualquier punto en la pantalla	*		
Se puede ocultar al personaje en cualquier momento	*		
Se puede ver la ventana de Opciones Avanzadas del Agente cuando se oprime esa opción	*		
Es posible detener al Agente mientras esta hablando	*		
<b><i>Botones y ligas de palabras</i></b>			
Las ligas de <i>Siguiente Lectura</i> ejecutan la acción esperada	*		
Las ligas de <i>Índice</i> ejecutan la acción esperada	*		
El botón de <i>Leer Todo</i> hace que el Agente lea toda la lectura	*		
La voz de salida y el texto dentro del Globo de Texto, coinciden durante la lectura completa	*		
Si el Agente no esta en pantalla, aparece y realiza la lectura correcta al oprimir el botón de <i>Leer Todo</i>	*		
Los botones de <i>Leer</i> hacen que el Agente lea la oración correspondiente al botón	*		
La voz de salida y el texto dentro del Globo de Texto, coinciden durante la lectura de la oración indicada	*		
Si el Agente no esta en pantalla, aparece y realiza la lectura correcta al oprimir el botón de <i>Leer</i> en cada oración	*		
Se puede oprimir en cada palabra del texto provocando que el Agente lea esa palabra	*		
La voz de salida y el texto dentro del Globo de Texto, coinciden durante la lectura de la palabra indicada	*		



<b>Pruebas de Funcionalidad</b>			
<b>Acciones</b>	<b>Funcionó correctamente</b>		<b>Comentarios</b>
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
<b><i>Botones y ligas de palabras</i></b>			
Si el Agente no está en pantalla, aparece y realiza la lectura correcta al oprimir la liga de cualquier palabra	*		
<b><i>Interrupciones al sistema y comportamiento del Agente</i></b>			
Mientras el Agente lee la lectura completa, se puede oprimir el botón de cualquiera de las oraciones para que la lea en ese momento	*		
Mientras el Agente lee la lectura completa, se puede oprimir la liga de cualquier palabra para que la lea en ese momento	*		
Mientras el Agente lee una oración, se puede oprimir el botón de <i>Leer Todo</i> para que lea la lectura completa en ese momento	*		
Mientras el Agente lee una oración, se puede oprimir la liga de cualquier palabra para que la lea en ese momento	*		
Se puede interrumpir al Agente y ocultarlo mientras realiza cualquier tipo de lectura	*		
Cuando el Agente esta oculto, aparece sin hacer de nuevo la introducción al oprimir cualquier botón de lectura o la liga de cualquier palabra	*		
El Agente queda en estado de espera si no se realiza acción alguna con él después de un espacio de tiempo	*		La animación del Agente en estado de espera varía en forma aleatoria. Las animaciones mostradas dependen si los archivos del Agente son locales o se descargan de un sitio en Internet. En caso de no ser locales, el Agente sólo ejecuta las animaciones descargadas.
El Agente regresa del estado de espera al oprimir cualquier botón de lectura o la liga de cualquier palabra y lee correctamente lo indicado	*		

<b>Pruebas de Funcionalidad</b>			
<b>Acciones</b>	<b>Funcionó correctamente</b>		<b>Comentarios</b>
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
<b><i>Interrupciones al sistema y comportamiento del Agente</i></b>			
Si el Agente esta oculto no aparece en pantalla a menos que el usuario así lo indique o que recargue la página.	*		
El Agente se oculta al oprimir las ligas de <i>Siguiente Lectura</i>	*		
El Agente se oculta al oprimir las ligas de <i>Índice</i>	*		
El Agente vuelve a mostrarse en pantalla al cargarse la página de la <i>Siguiente Lectura</i> y realiza la introducción esperada	*		

**Tabla 4.3 Resultado de las pruebas de funcionalidad.**

Todas las acciones en la tabla anterior fueron realizadas correctamente por el sistema sin presentar fallo alguno. Las acciones evaluadas representan la mayor parte de las acciones posibles que un usuario final puede realizar. Es posible que existan más acciones potenciales por realizar, sin embargo éstas caerían dentro de alguna de las acciones evaluadas durante las pruebas de funcionalidad.

#### **4.5 Pruebas de Resistencia y Rendimiento**

Durante las pruebas anteriores consideramos escenarios distintos en los que las diferencias se basaban en las características de la máquina del usuario como si contaba con conexión a Internet o no. Todas estas pruebas reflejan el resultado de la evaluación al sistema en condiciones normales. Considerando lo anterior es evidente la importancia de probar al sistema en situaciones extremas posibles y de ahí surge la necesidad de realizar pruebas de resistencia.

Las pruebas de resistencia evalúan el comportamiento del sistema cuando es sometido a situaciones anormales en demanda de recursos, frecuencia o volumen [Pressman, 2002]. En Pressman están mencionados algunos ejemplos de las pruebas de estrés que pueden aplicarse a un sistema: (1) evaluar el desempeño del sistema al someterlo a cantidades superiores a las normales de interrupciones por segundo; (2) elevar el volumen de datos de entrada buscando evaluar el comportamiento de las funciones de entrada; (3) diseñar escenarios que necesiten niveles máximos de memoria.

Durante las pruebas de resistencia se incluyeron algunas pruebas de rendimiento para evaluar el desempeño del sistema en diferentes tipos de computadoras y con conexiones a Internet variadas.

El diseño de las pruebas de resistencia está basado en la funcionalidad del sistema, por ejemplo una evaluación del comportamiento del sistema cuando es sometido a múltiples peticiones a la base de datos, no aplica en el contexto del sistema a evaluar. Si consideramos que el sistema depende de una conexión a Internet para cargar la página del sistema además de los componentes del Agente de Microsoft, el primer diseño de pruebas que viene a la mente es evaluar el comportamiento cuando se realizan múltiples peticiones para cargar la página o alguno de los componentes del Agente. Sin embargo, las pruebas de resistencia estarían influenciadas por la capacidad del servidor que contiene las páginas (en nuestro caso, el servidor de *Enciclomedia* o el de la UDLA para fines de las pruebas), la congestión de la red utilizada durante las pruebas e incluso si el servidor de descargas de Microsoft está funcionando.

Las pruebas de resistencia realizadas, evalúan el desempeño del sistema en casos anormales de uso, pero considerando al sistema como una aplicación local en la máquina del usuario. Lo anterior está basado en el hecho que el sistema se comporta como una aplicación local después de cargarse en el navegador del usuario. Las pruebas de resistencia y rendimiento consistieron en evaluar los siguientes puntos:

- 1) Comportamiento del sistema cuando múltiples instancias (5 y 8) están siendo ejecutadas al mismo tiempo;
- 2) Comportamiento del sistema cuando los recursos de memoria disponibles son mínimos;
- 3) Comportamiento del sistema cuando ocurre una interrupción a la conexión a Internet;
- 4) Tiempo de descarga de los componentes del Agente de Microsoft;
- 5) Tiempo de descarga de la página del sistema hasta que se muestra en pantalla;
- 6) Tiempo transcurrido desde que se carga la página del sistema hasta que aparece el personaje en pantalla.

Las pruebas fueron realizadas en computadoras con diferentes características, descritas a continuación:

- i) PC Windows XP, 256 MB RAM, Internet Explorer 6.0, conexión a Internet inalámbrica a 357 Kbps.
- ii) PC Windows 98, 128 MB RAM, Internet Explorer 5.0, conexión a Internet por cable a 256 Kbps.
- iii) PC Windows 2000, 512 MB RAM, Internet Explorer 5.0, conexión a Internet por cable a 256 Kbps.
- iv) PC Windows Me, 128 MB RAM, Internet Explorer 5.0, conexión a Internet por módem a 56 Kbps.

La siguiente tabla refleja los resultados de las pruebas de resistencia y rendimiento.

<b>Pruebas de Resistencia y Rendimiento</b>				
<b>Acciones</b>	<b>PC</b>	<b>Funcionó correctamente</b>		<b>Comentarios</b>
		<b>SI</b>	<b>NO</b>	
<i>Pruebas de Resistencia</i>				
Comportamiento del sistema cuando 5	i	*		Al tener 5 instancias del sistema trabajando al mismo
	ii	*		

instancias están siendo ejecutadas al mismo tiempo	iii	*		tiempo, sólo aparece un personaje en pantalla pero hace la introducción de cada instancia ejecutada. Esto es lo que se espera del sistema por lo que, a pesar de ser confuso, funciona correctamente.
	iv	*		
<b>Pruebas de Resistencia y Rendimiento</b>				
Acciones	PC	Funcionó correctamente		Comentarios
		SI	NO	
<b>Pruebas de Resistencia</b>				
Comportamiento del sistema cuando 8 instancias están siendo ejecutadas al mismo tiempo	i	*		Al tener 8 instancias del sistema utilizando la PC iv, apareció un error pues Internet Explorer dejó de funcionar y tuvimos que reiniciar la computadora. Esto no es atribuible al sistema pues lo mismo pasó cuando 8 instancias de Internet Explorer funcionaban al mismo tiempo pero en otras direcciones.
	ii	*		
	iii	*		
	iv		*	
Comportamiento del sistema cuando los recursos de memoria disponibles son mínimos	i	*		La PC iv tuvo problemas para trabajar eficientemente con el sistema cuando varias aplicaciones trabajaban al mismo tiempo. A pesar que la PC iv tenía suficiente capacidad de memoria RAM para trabajar con el sistema, es sabido que el sistema operativo Windows Me tiene muchos <i>bugs</i> y ejecuta demasiadas tareas ocultas que consumen recursos.
	ii	*		
	iii	*		
	iv		*	
Comportamiento del sistema cuando ocurre una interrupción a la conexión a Internet	i	*		El comportamiento del sistema cuando ocurría una interrupción a la conexión (desconectar el cable intencionalmente), no se veía afectado. Una vez que el sistema esta cargado en el navegador del usuario, todo el trabajo es realizado en forma local en la máquina
	ii	*		
	iii	*		
	iv	*		

				cliente, las interrupciones de la red no causan conflicto a menos que se trate de recargar la página.
--	--	--	--	---

**Tabla 4.3 Resultado de las pruebas de resistencia.**

<b>Pruebas de Resistencia y Rendimiento</b>			
<b>Acciones</b>	<b>PC</b>	<b>Tiempo transcurrido promedio (segundos)</b>	<b>Comentarios</b>
<i>Pruebas de Rendimiento</i>			
Tiempo de descarga de los componentes del Agente de Microsoft	i	3	Las estimaciones de tiempo fueron tomadas durante 5 pruebas en diferentes horarios y en días de la semana aleatorios.
	ii	4	
	iii	3	
	iv	8	
Tiempo de descarga de la página del sistema	i	2	
	ii	2	
	iii	1	
	iv	4	
Tiempo transcurrido desde que se carga la página del sistema hasta que aparece el personaje en pantalla	i	6	
	ii	7	
	iii	5	
	iv	13	

**Tabla 4.4 Resultado de las pruebas de rendimiento.**