



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Informática

PROYECTO FIN DE CARRERA

*Estudio de la Tecnología
XHTML+Voice para el Desarrollo de
un Entorno de Usuario en el Dominio
de la Universidad*

Autor: Daniel España Vidal

Tutor/Director: David Griol Barres

Título: Estudio de la Tecnología XHTML+Voice para el Desarrollo de un Entorno de Usuario en el Dominio de la Universidad

Autor: Daniel España Vidal

Director: David Griol Barres

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____ de 20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, Ignacio y Paulina, y a mi hermano, Iván, por su apoyo constante y la gran dedicación hacia mi persona durante mi formación académica. Sin su apoyo y su ayuda no hubiera podido finalizar exitosamente mis estudios universitarios.

Asimismo deseo expresar mi agradecimiento al tutor de este proyecto de fin de carrera, David Griol Barres, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas.

A mis amigos/as, que me han apoyado durante toda la carrera y hemos compartido juntos grandes momentos dentro y fuera de la universidad. Quiero agradecer especialmente a mi amigo Eduardo, compañero inseparable de prácticas y una de las mejores personas que he conocido en mi vida.

A todos mis amigos de Pozuelo, que siempre me han ayudado y apoyado en los momentos más difíciles y de los que me siento muy orgulloso por su amistad.

Un proyecto de fin de carrera es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales.

Resumen

El presente Proyecto Final de Carrera describe el desarrollo de una aplicación práctica para el estudio de la tecnología XHTML + Voice. Para ello, se ha implementado un sistema web con la citada tecnología con el principal objetivo de facilitar a los usuarios la interacción de la forma más natural posible, utilizando diferentes modalidades para la entrada y la salida del sistema; entre ellas, la voz. El sistema desarrollado se engloba dentro del ámbito académico, proporcionando información multimodal relativa a la Universidad Carlos III de Madrid y a las nuevas Titulaciones de Grado.

Concretamente, mediante el sistema desarrollado el usuario puede consultar información de las diversas titulaciones, de las asignaturas de cada una de ellas y de los horarios correspondientes. Adicionalmente, se han incluido dos funcionalidades de gran valor añadido. En primer lugar, los estudiantes pueden completar un cuestionario de capacitación profesional con preguntas de ámbito académico y laboral, mediante el cual el sistema le mostrará la titulación o titulaciones que mejor se adaptan a sus preferencias y capacidades tras el análisis de las respuestas proporcionadas. En segundo lugar, se ha desarrollado una interfaz oral con un cuestionario basado en diferentes estudios educativos y compuesto por 27 preguntas, a través del cual se evalúa el grado de motivación que poseen los estudiantes ante la difícil decisión de elegir una carrera.

Otro de los módulos fundamentales que componen la aplicación se basa en la utilización de un cuestionario mediante el cual los usuarios pueden valorar su interacción con el sistema. Este cuestionario está formado por 12 preguntas y tras completarlo se muestra al usuario un gráfico circular con las estadísticas de todos los usuarios que han completado la evaluación del sistema.

Palabras clave: Sistemas de Diálogo, Interfaces Orales, Multimodalidad, Opera Voice, XHTML+Voice.

Abstract

This Bachelor Project describes the implementation of a practical application for the study of the XHTML+Voice technology. To do this, we have developed a system with this technology to facilitate a natural interaction using voice. The system has been developed within an academic environment, providing multimodal information about the Carlos III University of Madrid and its new degrees.

Specifically, the user can consult information about the different degrees, the subjects of each one and their schedules. Additionally, we have included two high added value functionalities. Firstly, students can complete a questionnaire with professional training and academic questions by means the system will show the degree or degrees that best suit their specific preferences and capabilities. Secondly, we have developed an oral interface with a questionnaire based on educational research papers that consists of 27 questions, through which students' motivation when taking the difficult decision of choosing a career is assessed.

Finally, another of the modules that makes up the application is based on a questionnaire through which users can evaluate the system. This questionnaire consists of 12 questions and after completing it the system generates a pie chart including the statistics of all users who have previously completed the evaluation.

Keywords: Dialog Systems, Oral Interfaces, Multimodality, Opera Voice, XHTML+Voice

Índice general

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	17
1.1 INTRODUCCIÓN	17
1.2 APLICACIÓN DESARROLLADA Y OBJETIVOS	25
1.3 FASES DE DESARROLLO	27
1.4 MEDIOS EMPLEADOS	31
1.5 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA.....	32
2. ESTADO DEL ARTE.....	35
2.1 SISTEMAS DE DIÁLOGO	35
2.1.1 EVOLUCIÓN Y SISTEMAS DESTACADOS.....	36
2.1.2 PRINCIPALES RETOS DEFINIDOS EN LA ACTUALIDAD	40
2.2 SOBRE XHTML+VOICE	41
2.2.1 EL LENGUAJE XML.....	41
2.2.2 INTRODUCCION AL LENGUAJE VOICEXML	43
2.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL LENGUAJE VOICEXML	45
2.2.4 EL LENGUAJE XHTML+VOICE	48
2.2.5 EL NAVEGADOR OPERA	50
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA.....	51
3.1 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS SOFTWARE	51
3.2 DIAGRAMA DE CASOS DE USO	55
3.3 ELEMENTOS COMUNES EN EL SISTEMA	56
3.4 ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN	58
3.4.1 TIPOS DE PÁGINAS DEFINIDAS PARA LA INTERACCIÓN EN EL WEBSITE	61
3.4.2 EJEMPLOS DE CÓDIGO UTILIZADO PARA LAS OPERACIONES MÁS RELEVANTES.....	63
3.4.2.1 UTILIZACIÓN DEL LENGUAJE MYSQL.....	63
3.4.2.2 GENERACIÓN DE PÁGINAS DINÁMICAS CON PHP	65
3.4.2.3 ESTRUCTURA DEL LENGUAJE VOICEXML	65
3.4.2.4 GENERACIÓN DE GRÁFICAS CON JPGRAPH	68
4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MÓDULOS DEL SISTEMA	71
4.1 MÓDULO 0: PÁGINA DE INICIO	71
4.2 MÓDULO 1: INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE GRADO.....	73
4.3 MÓDULO 2: INFORMACIÓN DE ASIGNATURAS	78
4.4 MÓDULO 3: HORARIOS TITULACIONES DE GRADO	82
4.5 MÓDULO 4: ¿QUÉ TITULACIÓN DE GRADO DEBO ELEGIR?.....	85
4.6 MÓDULO 5: TEST DE MOTIVACIÓN VOCACIONAL	92
4.7 MÓDULO 6: CUESTIONARIO SOBRE LA APLICACIÓN	98
4.8 ESTADÍSTICAS DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA	106
4.8.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN	106
4.8.2 EJEMPLOS PRÁCTICOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	108
4.8.2.1 PRUEBA DE EVALUACIÓN 1.....	108
4.8.2.2 PRUEBA DE EVALUACIÓN 2.....	111
4.8.2.3 PRUEBA DE EVALUACIÓN 3.....	114
4.8.2.4 PRUEBA DE EVALUACIÓN 4.....	117

5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	121
5.1 CONCLUSIONES	121
5.2 LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO	123
GLOSARIO	125
ANEXO	129
ANEXO 1 GENERACIÓN DE PÁGINAS VOICEXML DESDE PHP	129
ANEXO 2 GENERACIÓN DE GRÁFICOS CON PHP DESDE JPGRAPH	135
REFERENCIAS	137

Índice de Figuras

Figura 1. Arquitectura modular de los sistemas de diálogo	19
Figura 2. Ejemplo de entradas y salidas generadas en un sistema de diálogo	25
Figura 3. D Desglose de tareas del proyecto y sus respectivas duraciones.....	29
Figura 4. Diagrama de Gantt con la planificación temporal del proyecto	30
Figura 5. Ejemplo de código XML.....	42
Figura 6. Ejemplo de formulario en VoiceXML	46
Figura 7. Ejemplo de menú en VoiceXML	46
Figura 8. Ejemplo de Gramática.....	47
Figura 9. Ejemplo de Evento	47
Figura 10. Definición de una página XHTML + Voice	49
Figura 11. Sincronización de las modalidades orales y visuales	49
Figura 12. Declaración de un formulario en XHTML+Voice	49
Figura 13. Declaración de un block en XHTML+Voice.....	49
Figura 14. Diagrama de casos de uso.....	56
Figura 15. Menú lateral derecho	57
Figura 16. Menú Información	57
Figura 17. Botón Previous page	57
Figura 18. Arquitectura de la aplicación	58
Figura 19. Captura de la pantalla principal de la herramienta phpMyAdmin	59
Figura 20. Captura en phpMyAdmin de las tablas de la base de datos de aplicación	60
Figura 21. Tipo de página1.....	61
Figura 22. Tipo de página 2.....	62
Figura 23. Ejemplo tipo de página 2	62
Figura 24. Tipo de página 3.....	62
Figura 25. Ejemplo tipo de página 3	63
Figura 26. Código básico en lenguaje SQL	64
Figura 27. Sentencias básicas de lenguaje PHP	65
Figura 28. Estructura básica de un documento VoiceXML	66
Figura 29. Formulario con entrada y salida oral en XHTML+Voice.....	67
Figura 30. Esquema generación de una gráfica con Jpgraph.....	68
Figura 31. Ejemplo de generación de gráficas con PHP.....	70
Figura 32. Captura de pantalla de la página inicial del sistema.....	72
Figura 33. Esquema navegación desde la página principal.....	73
Figura 34. Diagrama básico del funcionamiento del Módulo 1	74
Figura 35. Esquema Módulo 1	75
Figura 36. Tabla info_titulacion	76
Figura 37. Esquema de funcionamiento del módulo 1	77
Figura 38. Diagrama básico del funcionamiento del Módulo 2	78
Figura 39. Esquema de funcionamiento del módulo 2	79
Figura 40. Tabla info_asignatura de la base de datos de la aplicación	80
Figura 41. Captura de páginas mostrando el funcionamiento del módulo 2	81
Figura 42. Diagrama básico del funcionamiento del Módulo 3	82
Figura 43. Esquema de funcionamiento del Módulo 3.....	82
Figura 44. Tabla horarios de la base de datos de la aplicación.....	83
Figura 45. Captura de páginas mostrando el funcionamiento del módulo 3	84
Figura 46. Diagrama básico del funcionamiento del Módulo 4	86
Figura 47. Tabla resultados titulación de la base de datos de la aplicación	91
Figura 48. Esquema de funcionamiento del módulo 4	92

Figura 49. Diagrama básico del funcionamiento del Módulo 5	95
Figura 50. Esquema de funcionamiento del módulo 5	96
Figura 51. Captura de páginas mostrando el funcionamiento del módulo 5	97
Figura 52. Tabla cuestionario de la base de datos de la aplicación	101
Figura 53. Tabla estadísticas_web globales de la base de datos de la aplicación	102
Figura 54. Tabla estadísticas_web para cada pregunta del cuestionario sobre aplicación	102
Figura 55. Tabla estadísticas_web para almacenar el valor mínimo y medio para cada pregunta	102
Figura 56. Diagrama básico del funcionamiento del Esquema Módulo 6	104
Figura 57. Capturas de pantallas mostrando el funcionamiento del módulo 6	105
Figura 58. Gráfica estadística pregunta 1. Evaluación del sistema	106
Figura 59. Gráfica estadística pregunta 2. Evaluación del sistema	106
Figura 60. Gráfica estadística pregunta 3. Evaluación del sistema	106
Figura 61. Gráfica estadística pregunta 4. Evaluación del sistema	106
Figura 62. Gráfica estadística pregunta 5. E valuación del sistema	107
Figura 63. Gráfica estadística pregunta 6. Evaluación del sistema	107
Figura 64. Gráfica estadística pregunta 7. Evaluación del sistema	107
Figura 65. Gráfica estadística pregunta 8. Evaluación del sistema	107
Figura 66. Gráfica estadística pregunta 9. Evaluación del sistema	107
Figura 67. Gráfica estadística pregunta 10. Evaluación del sistema	107
Figura 68. Gráfica estadística pregunta 11. Evaluación del sistema	108
Figura 69. Gráfica estadística pregunta 12. Evaluación del sistema	108

Índice de Tablas

Tabla 1. Test de preparación. Prueba 1	109
Tabla 2. ¿Qué titulación de grado debo elegir? Prueba 1	110
Tabla 3. Cuestionario sobre la aplicación. Prueba 1	111
Tabla 4. Test de preparación. Prueba 2	112
Tabla 5. ¿Qué titulación de grado debo elegir? Prueba 2	113
Tabla 6. Cuestionario sobre la aplicación. Prueba 2	114
Tabla 7. Test de preparación. Prueba 3	115
Tabla 8. ¿Qué titulación de grado debo elegir? Prueba 3	116
Tabla 9. Cuestionario sobre la aplicación. Prueba 3	117
Tabla 10. Test de preparación. Prueba 4	118
Tabla 11. ¿Qué titulación de grado debo elegir? Prueba 4	119
Tabla 12. Cuestionario sobre la aplicación. Prueba 4	120

Capítulo 1

Introducción y objetivos

En este capítulo se precisa el contexto en el que se enmarca el proyecto final de carrera, exponiendo brevemente en qué consiste un sistema de diálogo y cuáles son los módulos principales que los constituyen. Asimismo, se precisan los objetivos definidos para el proyecto, la planificación llevada a cabo y se detalla la estructura de capítulos que conforma este documento.

1.1 Introducción

En la sociedad actual la tecnología se ha constituido como uno de los principales pilares, existiendo actualmente un gran interés de la comunidad científica por desarrollar interfaces que faciliten el acceso a los sistemas y aplicaciones informáticas. Por ello, cada vez son más las investigaciones y trabajos desarrollados en esta materia. Uno de las principales áreas de investigación en este campo lo constituyen los denominados sistemas de diálogo, y en particular, como se verá más adelante, los sistemas de diálogo multimodales [1] [2].

El desarrollo de sistemas de diálogo orales tiene como principal objetivo posibilitar la comunicación mediante la voz entre seres humanos y computadoras electrónicas. La principal dificultad que se plantea en un sistema de diálogo es la necesidad de coordinar un conjunto de fuentes de información de muy diversa naturaleza que provienen a su vez de diferentes fuentes de conocimiento (acústica, fonética, fonológica, léxica, sintáctica, semántica y pragmática), y que, además, se encuentran en presencia de ambigüedades, incertidumbres y errores inevitables que impiden en muchas ocasiones obtener una interpretación aceptable del mensaje acústico recibido. En su desarrollo intervienen diversas disciplinas, tales como: la Fisiología, la Acústica, el Procesamiento de Señales, la Inteligencia Artificial y las Ciencias de la Computación.

Los sistemas de diálogo son, de este modo, programas informáticos que se diseñan con la finalidad de emular a un ser humano en un diálogo oral o multimodal con otra persona para proporcionarles determinados servicios, como por ejemplo, información y reserva de viajes de avión o tren, información meteorológica, o control de terminales telefónicos. El objetivo de estos sistemas es aumentar la naturalidad de la comunicación, rapidez, efectividad y facilidad a la hora de realizar estas tareas de forma automática [3] [4]. Entre sus numerosas aplicaciones cabe destacar:

- **Sistemas de dictado automático:** es una de las aplicaciones más importantes en el reconocimiento de voz. En algunos casos, como en el dictado de recetas médicas y diagnósticos o el dictado de textos legales, se usan corpus de grandes vocabularios para incrementar la precisión del sistema.
- **Control por comandos:** se trata de sistemas de reconocimiento de habla diseñados para dar órdenes a un computador (p.e. "abrir Firefox", "cerrar ventana"). Estos sistemas reconocen un vocabulario muy reducido, lo que incrementa su rendimiento. Adicionalmente, la utilización de la voz permite utilizar este tipo de sistemas en entornos en los que utilizando los interfaces tradicionales (teclado, ratón, etc.) Dicho acceso no sería posible (por ejemplo, en aplicaciones diseñadas para el control de dispositivos en el entorno del automóvil).

- **Telefonía:** Existen ya muchos sistemas automáticos de telefonía que permiten a los usuarios ejecutar comandos mediante el habla, en lugar de pulsar tonos. En muchos sistemas comerciales actuales, no obstante, se suele requerir al usuario que siga un guión muy estricto para la interacción con el sistema.
- **Sistemas portátiles:** Los sistemas portátiles de pequeño tamaño, como los relojes o los teléfonos móviles, tienen unas restricciones muy concretas de tamaño y forma, así que el habla es una solución natural para introducir datos en estos dispositivos. La utilización de la voz en este tipo de dispositivos, con una pantalla tan pequeña, posibilita un canal adecuado para comunicar información al usuario que contrarreste esta limitación de tamaño.
- **Sistemas diseñados para personas discapacitadas:** Los sistemas de reconocimiento de voz son también útiles para facilitar el acceso a las aplicaciones informáticas a personas con discapacidades visuales o motoras que les impidan utilizar los interfaces tradicionales, así como para personas con problemas auditivos.

Los sistemas de diálogo orales, se desarrollan actualmente siguiendo la arquitectura modular que se muestra en la Figura 1.

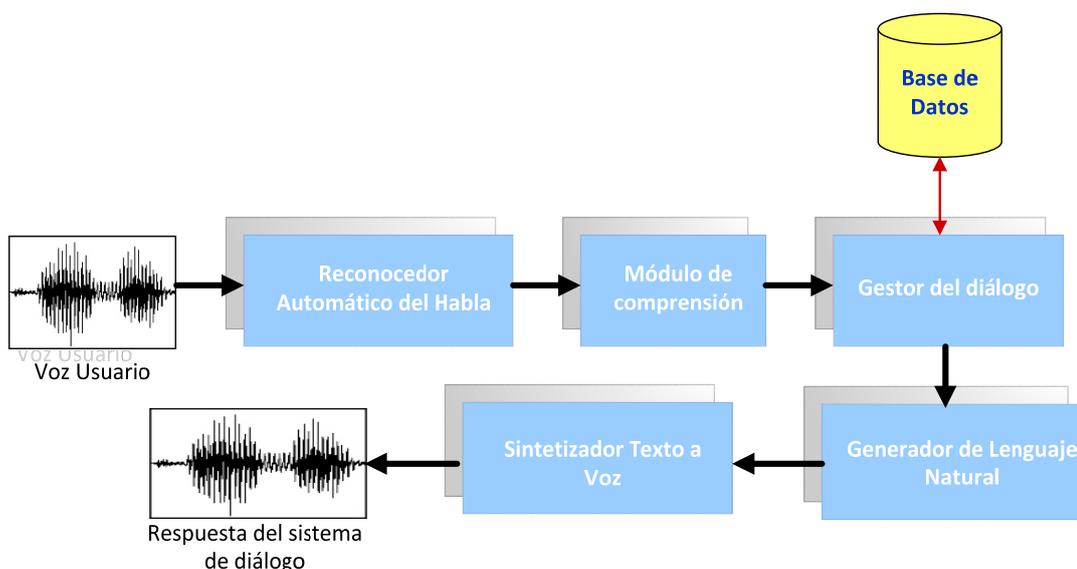


Figura 1. Arquitectura modular de los sistemas de diálogo

El objetivo fundamental de los sistemas de diálogo multimodales, como el desarrollado para el Proyecto Final de Carrera, es superar las limitaciones de la interacción basada exclusivamente en el habla. En una interacción multimodal el usuario no está restringido a utilizar el habla como único canal de comunicación, sino que puede utilizar varios dispositivos de entrada, como por ejemplo, un teclado, un ratón, un micrófono, una cámara, una pantalla sensible al tacto, un PDA, etc. Del mismo modo, el sistema multimodal puede utilizar diversos canales de salida para proporcionar información al usuario, como por ejemplo, voz, texto, gráficos o imágenes.

En la Figura 1 pueden distinguirse los siguientes módulos fundamentales:

- **Módulo Reconocedor Automático del Habla:** La finalidad del reconocedor del habla es procesar la voz del usuario y transformarla en una secuencia de palabras reconocidas en forma de texto. El principal objetivo es facilitar/mejorar la comunicación entre el hombre y la computadora, ya que la comunicación hablada es un medio natural para el intercambio de información.

Los procesos de reconocimiento de habla están basados en técnicas de reconocimiento de patrones. Dichos patrones son aprendidos a partir de grandes conjuntos de datos, usando técnicas estadísticas (aprendizaje automático a partir de datos y técnicas de inferencia gramatical). Para el desarrollo del reconocedor es necesario generar dos modelos [5]:

Modelo acústico: Las fuentes de información acústica, fonética, fonológica y posiblemente léxica, con los correspondientes procedimientos interpretativos, dan lugar a un módulo conocido como decodificador acústico-fonético (o en ocasiones a un decodificador léxico). La entrada al decodificador acústico-fonético es la señal vocal convenientemente representada; para ello, es necesario que ésta sufra un preproceso de parametrización. En esta etapa previa es necesario asumir algún modelo físico, contándose con modelos auditivos y modelos articulatorios. Este modelo es dependiente del idioma seleccionado para desarrollar el reconocedor.

Modelo de Lenguaje: Las fuentes de conocimiento sintáctico, semántico y pragmático dan lugar al modelo del lenguaje del reconocedor. Cuando la representación de la sintaxis y de la semántica tiende a integrarse, se desarrollan sistemas de RAH de gramática restringida para tareas concretas. Los modelos de lenguaje pueden definirse sobre las posibles concatenaciones de palabras u otras unidades lingüísticas como categorías morfosintácticas o sintácticas. El modelo de lenguaje estadístico más utilizado se denomina modelo de *n-gramas* y captura las concatenaciones de unidades lingüísticas en la frase dentro de un contexto [6]. Este modelo es dependiente de la tarea del sistema, es decir, del vocabulario y complejidad de las frases que se permitan al usuario.

- **Módulo de Comprensión:** Extrae el significado de las palabras reconocidas en el módulo anterior, expresándolo en términos de un lenguaje semántico especificado para la tarea. Una alternativa ampliamente utilizada para la definición de la semántica de la tarea se basa en el concepto de frame [51]: cada intervención del usuario genera uno o más frames que representan el significado de la intervención.

Un frame es una plantilla que resume la intervención del usuario mediante una agrupación etiquetada de atributos. Por ejemplo, el turno "¿Me puede decir los horarios de los trenes de Valencia a Madrid?" se podría representar utilizando frames del siguiente modo:

(HORA-SALIDA)

CIUDAD-ORIGEN: Valencia

CIUDAD-DESTINO: Madrid

Generalmente realizar esta tarea conlleva el empleo de conocimiento morfológico, léxico, sintáctico, semántico, de discurso y pragmático. Actualmente hay dos metodologías principales para abordar el procesamiento del lenguaje natural: métodos basados en reglas y modelos estadísticos a partir del corpus de datos etiquetados.

Las aproximaciones basadas en reglas extraen información semántica basada en el análisis sintáctico-semántico de las frases, empleando gramáticas definidas para la tarea o detectando palabras clave con semántica asociada. En el caso de los métodos estadísticos, el proceso se basa en la definición de unidades de lenguaje con contenido semántico y el aprendizaje de modelos con muestras etiquetadas.

- **Gestor del diálogo:** Decide qué paso debe dar el sistema tras cada intervención del usuario. Para ello se basa en la interpretación semántica generada por comprensión, el historial del diálogo, el estado actual del sistema, información obtenida de la base de datos, la estrategia definida, etc. Entre las técnicas existentes para el desarrollo de un gestor de diálogo podemos destacar [52]:
 - **Diseño por intuición:** definición del diálogo en función de la experiencia del desarrollador.
 - **Diseño por observación:** definición del diálogo mediante el análisis de conversaciones usuario-operador (humano) en un servicio análogo al que se desea automatizar.
 - **Diseño por simulación (Mago de Oz):** simular parte de la funcionalidad del sistema que se desea automatizar para aprender el comportamiento que los usuarios tendrán ante este tipo de sistemas y poder hacer un mejor diseño.
 - **Diseño por prototipado y mejora iterativa:** desarrollo rápido de un primer prototipo (diseño por intuición) y proceso iterativo de prueba con usuarios reales y mejora del sistema.
 - **Diseño por aprendizaje sobre un modelo estadístico:** en este caso se lleva a cabo la definición de un modelo estadístico cuyos parámetros son aprendidos a partir de un corpus de diálogos etiquetados.

- **Generador de Lenguaje Natural:** Tiene como función la generación de una frase, gramaticalmente correcta y en un lenguaje lo más cercano posible al lenguaje natural, que transmita la acción seleccionada por el gestor de diálogo.

Para generar la respuesta final al usuario, el sistema debe seleccionar en muchas ocasiones información procedente de las bases de datos de la aplicación, decidir cómo organizarla, y determinar cómo producir el texto en lenguaje natural, lo cual incluye decidir acerca del léxico y de las estructuras sintácticas a utilizar en cada caso específico.

Este hecho hace que el proceso de generación se divida en dos etapas: una componente de planificación del texto y una componente de generación propiamente dicha. Ésta a su vez se divide en dos tareas: la necesaria para seleccionar los objetos del léxico y la utilizada para decidir las estructuras gramaticales.

El método más sencillo consiste en el uso de mensajes de texto predefinidos (por ejemplo, mensajes de error y avisos). A pesar de ser intuitivo este enfoque carece completamente de flexibilidad. El siguiente nivel de sofisticación es la creación o generación de plantillas, de tal manera que se produce la misma estructura del mensaje con mínimas alteraciones. Los métodos basados en plantillas se utilizan principalmente para la generación de frases predefinidas, particularmente en aplicaciones cuyos textos son bastantes regulares en su estructura.

Los sistemas basados en frases emplean lo que puede ser considerado como plantillas generalizadas a nivel de oración (en cuyo caso, las oraciones se parecen a las reglas de estructura gramatical), o a nivel del discurso (en cuyo caso, se suele denominar planes de texto). En estos sistemas, primero se selecciona un patrón para que coincida con el nivel superior de la entrada y, seguidamente, cada parte del patrón se expande a una más específica que coincida con el parámetro correspondiente de la entrada. El proceso en cascada se detiene cuando cada patrón se haya sustituido por una o más palabras.

Por último, los sistemas basados en características representan el nivel máximo de generalización y flexibilidad. En estos sistemas, cada mínima alternativa de expresión está representada por una sola característica, por ejemplo, si la frase es afirmativa o negativa, si es una pregunta, un imperativo o una declaración, o su tiempo verbal, etc. Para gestionar las características es necesario emplear los conocimientos lingüísticos.

- **Sintetizador de texto a voz:** Transforma la frase textual de respuesta al usuario en un señal de audio. La síntesis de voz se llama a menudo en inglés *text-to-speech* (TTS), en referencia al proceso de conversión de texto en habla.

Un sistema de síntesis oral se compone de dos partes fundamentales: un “*front-end*” y un “*back-end*”. El *front-end* realiza dos tareas fundamentales: en primer lugar convierte el texto plano en sus palabras asociadas (tokenización del texto). En segundo lugar, asigna transcripciones fonéticas a cada palabra y divide y marca el texto en unidades prosódicas, es decir, frases, cláusulas y oraciones. La salida del *back-end* es la representación simbólica constituida por las transcripciones fonéticas y la información prosódica. El *back-end* convierte la representación lingüística simbólica en sonido. Algunas aplicaciones actuales para la síntesis de texto a voz son [8]: AT&T Natural Voices, ATLAS TTS Lite, DECtalk, Digalo TTS, Infovox, Keynote GOLD, Lernout & Hauspie TTS3000, Loquendo, Microsoft Text-to-Speech, Orpheus, RealSpeak, SoftVoice, TruVoice, TTS TID, ViaVoice Outloud, etc.

Para clarificar el funcionamiento de los diferentes módulos descritos, a continuación se muestra un ejemplo con las entradas y salidas generadas por cada uno de ellos para un sistema de diálogo que proporcionase información sobre trayectos en tren. En este pequeño ejemplo, en un determinado momento el usuario comunica al sistema que desea ir de Valencia a Madrid para visitar a unos amigos. Tras reconocer la frase mencionada por el usuario, el módulo de comprensión genera una representación semántica con la información que realmente necesita el sistema para llevar a cabo su

funcionalidad. Seguidamente, el módulo de gestión de diálogo decide la próxima acción a realizar por el sistema teniendo en cuenta la historia previa del diálogo y la estrategia diseñada (en este caso, preguntar por la fecha de salida). El generador de lenguaje natural traduce dicha acción en una respuesta en lenguaje natural. Finalmente, mediante el sintetizador de texto a voz se traduce dicha frase en una señal de voz. La Figura 2 muestra el proceso descrito, indicando la salida que se correspondería a cada uno de los módulos para la situación indicada.

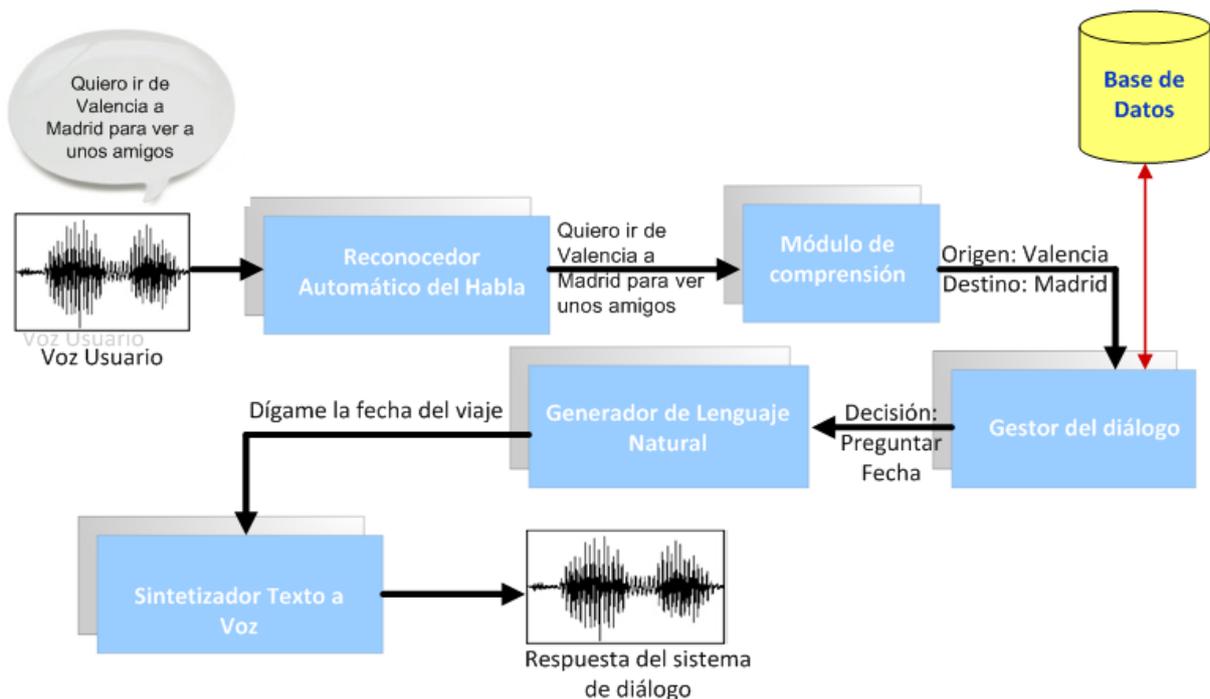


Figura 2. Ejemplo de entradas y salidas generadas en un sistema de diálogo

1.2 Aplicación desarrollada y objetivos

El principal objetivo de este Proyecto Fin de Carrera ha sido el desarrollo de un sistema de diálogo multimodal en el ámbito universitario en el que los usuarios puedan interactuar mediante la voz y conozcan la salida del sistema mediante la visualización de contenido web y la reproducción de mensajes de audio. El sistema consta de los siguientes módulos principales:

- **Módulo Inicial o Página de Inicio:** en este módulo se ofrece información sobre la Universidad Carlos III presentada por el rector de la universidad Daniel Peña.
- **Módulo 1: Información sobre Titulaciones de Grado:** en este módulo se ofrece información sobre las distintas titulaciones de grado que se ofrecen en la Universidad Carlos III.
- **Módulo 2: Información de Asignaturas:** en este módulo se ofrece información sobre las asignaturas que se imparten en las distintas titulaciones de grado que se ofrecen en la Universidad Carlos III.
- **Módulo 3: Horarios titulaciones de grado:** en este módulo se ofrecen los horarios de las diferentes titulaciones que se imparten en la universidad Carlos III de Madrid en función de la titulación, curso, grupo y cuatrimestre.
- **Módulo 4: ¿Qué titulación de grado debo elegir?** Módulo en el que tras rellenar el cuestionario, al usuario se le muestra la titulación o titulaciones que mejor se adaptan a él en función de sus preferencias.
- **Módulo 5: Test de Preparación:** Mediante este test de 27 preguntas se evalúa si el estudiante está preparado o no para decidir qué carrera o titulación quiere realizar en un futuro. Este test está basado fundamentalmente en un proyecto de la profesora Sara Lozano [7] sobre los procesos de toma de decisiones relativos a la carrera profesional.
- **Módulo 6: Cuestionario sobre la aplicación:** Mediante este cuestionario el usuario puede evaluar el sistema y dar su opinión sobre la interacción del mismo. Tras completar el cuestionario, puede visualizarse un gráfico con las estadísticas de todos los usuarios que han completado la evaluación del sistema. Las estadísticas se visualizan mediante un gráfico 3D circular, junto con el número de usuarios que han completado el cuestionario.

Para el desarrollo de este sistema y consecución del proyecto se fijaron los siguientes objetivos:

- Llevar a cabo un estudio de las tecnologías XHTML+Voice [50] y VoiceXML [30] [31], mostrando las múltiples posibilidades que ofrecen dichas tecnologías para la implementación de sistemas basados en voz.
- Mejorar la accesibilidad de las aplicaciones basadas en la web. Con ello, la principal motivación es facilitar el acceso mediante este tipo de aplicaciones a personas con discapacidades motoras o visuales, que de otra manera no podrían hacerlo.
- Desarrollar una aplicación que ofrezca información y orientación a usuarios relacionados con el ámbito universitario, bien porque tengan la intención de estudiar una titulación en un futuro próximo, bien porque se encuentren estudiando una titulación actualmente o formen parte del profesorado de la universidad. Para ello, nos hemos basado en un estudio de las diferentes aplicaciones y herramientas ya disponibles para llevar a cabo estas funcionalidades.

1.3 Fases de desarrollo

Durante la realización del proyecto podemos destacar las siguientes fases de desarrollo:

- Análisis de requisitos del sistema a desarrollar: durante esta primera fase se definieron los requisitos necesarios para el correcto desarrollo de la aplicación. Tras un estudio detallado de las posibilidades con las que se cuenta para el desarrollo del sistema, así como sus limitaciones, se estableció una lista completa de requisitos, tanto a nivel funcional como no funcional.

La obtención de requisitos se hizo mediante la petición del cliente, que en este caso es el tutor, David Griol. Además, se han añadido requisitos funcionales y no funcionales propios de sistemas basados en voz y de la mayoría de sitios web.

Los requisitos funcionales se describen con detalle en el Apartado 3.1 de la memoria.

- Estudio de las tecnologías XHTML+Voice y VoiceXML, así como de todos los lenguajes de programación necesarios para desarrollar la aplicación (XHTML [60], PHP [12], MYSQL [13]): para este estudio hemos consultado la documentación proporcionada por el tutor del proyecto, así como libros y documentación encontrada en internet. Esta fase de estudio se ha prolongado durante la fase de desarrollo del sistema, ya que según íbamos implementando y desarrollando el sistema, consultábamos dicha documentación.
- Desarrollo del sistema. Esta ha sido la fase más costosa y laboriosa de todas las descritas, ya que los lenguajes de programación y tecnologías con las que he trabajado eran totalmente desconocidos para mí hasta el momento. Esta fase ha sido por lo tanto la que más tiempo y trabajo ha conllevado.
- Memoria explicativa del Proyecto Final de Carrera. Esta fase se ha llevado a cabo durante el último tramo de la realización del Proyecto, dado que es de gran importancia para que la explicación del sistema queda clara y detallada.
- Preparación de la presentación: en esta última fase se ha preparado una presentación Powerpoint en la que se resume el proyecto para ser explicado ante un tribunal.

A continuación mediante el desglose de las diferentes tareas mostrado en la Figura 3 y el diagrama de Gantt de la Figura 4 se realizan una estimación de la duración del proyecto, 251 días, y de las fases que conforman el mismo. Mediante dicho diagrama se muestra una visión global de la planificación de este proyecto, las distintas etapas que lo componen y su duración. Al tratarse de un Proyecto Final de Carrera no se han considerado los posibles recursos materiales necesarios para llevar a cabo un proyecto de estas características ni tampoco los costes derivados del mismo.

Cabe destacar que los plazos de finalización del proyecto se fueron alargando y sobrepasaron los 150 días estimados inicialmente para completar el Proyecto. La causa principal del retraso respecto a la fecha final estimada inicialmente ha sido que mientras realizaba el Proyecto de Fin de Carrera cursaba asignaturas del Curso de Adaptación al Grado en Informática, con lo que fue necesario más tiempo del esperado para trabajar en el proyecto y en ocasiones tuve que realizar un gran esfuerzo para poder compaginar ambas tareas.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	Fase de Análisis	20 días	mar 15/09/09	lun 12/10/09	
2	Análisis de Requisitos	15 días	mar 15/09/09	lun 05/10/09	
3	Diagrama de Casos de Uso	5 días	mar 06/10/09	lun 12/10/09	2
4	Estudio diferentes tecnologías	40 días	mar 15/09/09	lun 09/11/09	
5	XHTML + Voice	10 días	mar 15/09/09	lun 28/09/09	
6	Creación páginas XHTML+Voice con PHP	10 días	mar 29/09/09	lun 12/10/09	5
7	PHP	10 días	mar 13/10/09	lun 26/10/09	6
8	MySQL, PhpMyAdmin	10 días	mar 27/10/09	lun 09/11/09	7
9	Fase de Diseño	33 días	mar 10/11/09	jue 24/12/09	8
10	Diseño de la Base de Datos	15 días	mar 10/11/09	lun 30/11/09	8
11	Diseño de páginas y esquema navegación	18 días	mar 01/12/09	jue 24/12/09	10
12	Fase de Desarrollo Plataforma	95 días	vie 25/12/09	jue 06/05/10	11
13	Evaluación del Sistema	10 días	vie 07/05/10	jue 20/05/10	12
14	Documentación del Proyecto	45 días	vie 21/05/10	jue 22/07/10	13
15	Preparación Presentación Proyecto	5 días	vie 23/07/10	jue 29/07/10	14

Figura 3. Desglose de tareas del proyecto y sus respectivas duraciones

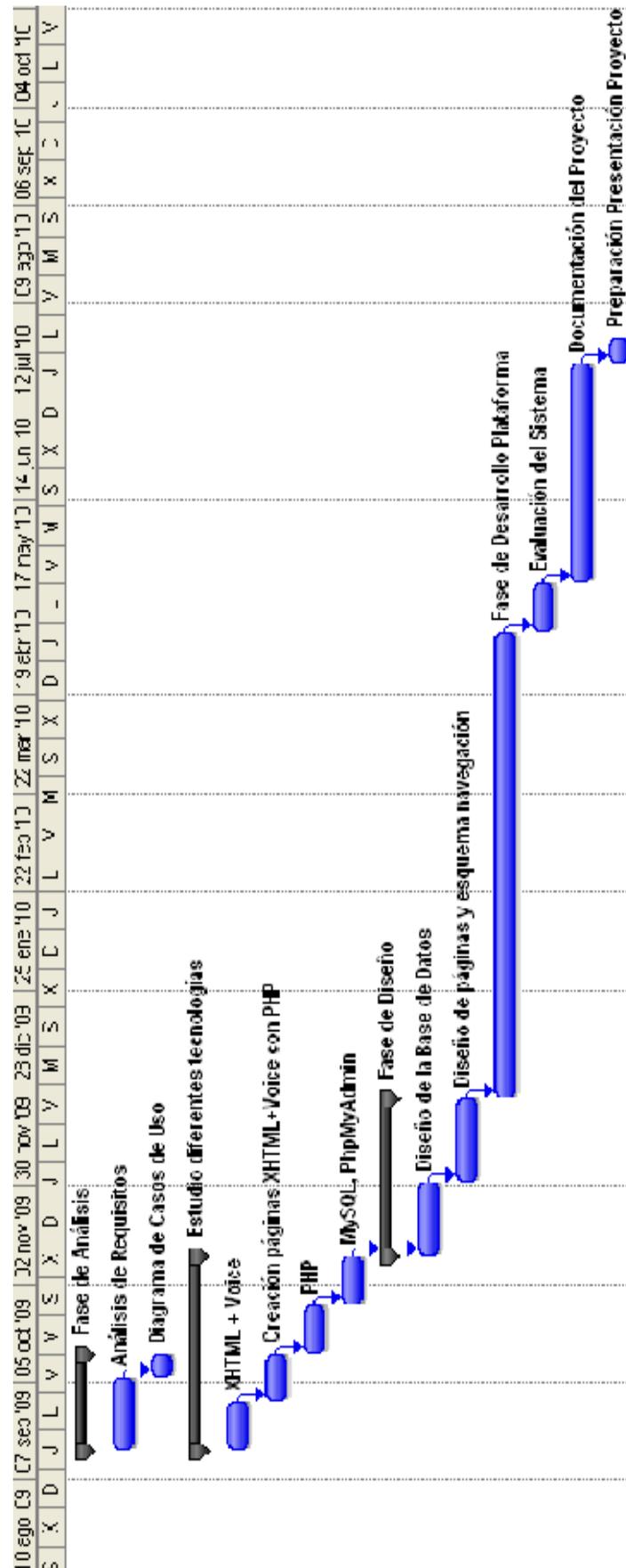


Figura 4. Diagrama de Gantt con la planificación temporal del proyecto

1.4 Medios empleados

En cuanto a los medios empleados durante la realización del Proyecto Final de Carrera podemos dividir entre dispositivos hardware y aplicaciones software. En cuanto a hardware, para la realización del Proyecto tan solo hemos necesitado disponer de un ordenador que cumpla los requisitos para ejecutar el navegador Opera Voice [9]. Asimismo, es totalmente necesario disponer de un sistema de altavoces y un micrófono para interactuar con el sistema. En lo referente a software hemos utilizado la última versión existente de Opera, así como la aplicación Vertrigo [10]. Dicha aplicación contiene un conjunto de paquetes necesarios para desarrollar el sistema como son Apache [11], PHP, MySQL y PhpMyAdmin [14].

- Dispositivos Hardware:
 - Ordenador que cumple con los requisitos necesarios para ejecutar Opera y la aplicación Vertrigo. El ordenador es un Intel Pentium Dual 1,80 Ghz con 1Gb de memoria RAM.
 - Sistema de altavoces 2.1.
 - Micrófono Shure PG48.
 - Periféricos habituales (teclado, ratón, pantalla).

- Aplicaciones Software:
 - Navegador Opera 10.00.
 - Aplicación VertrigoServ 2.18, que contiene los paquetes Apache, PHP, MySQL y PhpMyAdmin.
 - Editor de programación Notepad++.

1.5 Estructura de la memoria

La presente memoria se estructura en un total de cuatro capítulos, un glosario de términos, un anexo y un apartado dedicado a la bibliografía consultada.

- **Capítulo 1: Introducción y Objetivos.** Sección inicial que establece el propósito y los objetivos de todo el contenido del Proyecto Final de Carrera. Mediante esta introducción se realiza una breve explicación del contenido y los objetivos del proyecto. Además, se realiza una explicación de los medios con los que se ha contado y las fases en las que se ha realizado el proyecto.
- **Capítulo 2: Estado del arte.** En este capítulo se describen las tecnologías fundamentales para el desarrollo de sistemas de diálogo, VoiceXML y XHTML+Voice. Además, se realiza un breve resumen de la evolución de los sistemas de diálogo a lo largo de la historia.
- **Capítulo 3: Descripción general de la aplicación desarrollada.** En este capítulo se ofrece una visión global del sistema desarrollado para el Proyecto. En primer lugar, se detallan todos los requisitos del sistema, tanto los funcionales como los no funcionales. A continuación, se estudia el comportamiento del sistema mediante diagramas de casos de uso. Otro de los puntos que forman parte de este capítulo son los elementos comunes en todo el sitio web, así como un análisis de la arquitectura empleada en el proyecto.
- **Capítulo 4: Descripción detallada de los módulos del sistema.** Se describen en profundidad cada uno de los módulos que conforman el sistema. Asimismo, al final de esta sección se resumen los resultados de la evaluación preliminar realizada por un usuario escogido al azar sobre los módulos del sistema así como estadísticas realizadas sobre alguno de estos módulos.

- **Capítulo 5 Conclusiones y Líneas Futuras.** En este capítulo se resumen las principales conclusiones del estudio detallado de los tres capítulos anteriores. Asimismo, se refleja también el grado de consecución de los objetivos propuestos. Por último, se analizan las posibilidades de cara al futuro que tiene la tecnología utilizada (VoiceXML), además de las posibles mejoras que se podrían introducir en la aplicación diseñada.
- **Glosario.** En este apartado quedan reflejados términos y conceptos utilizados a lo largo del proyecto y, más concretamente de la memoria del mismo, con el fin de ayudar al lector a comprender mejor el significado de dichos términos.
- **Anexo.** En este capítulo se incluyen fragmentos de código específicos a los que se ha hecho alusión en el transcurso de la memoria.
- **Bibliografía.** En este apartado se reflejan las citas bibliográficas que hemos consultado para la realización tanto del proyecto como de esta memoria.

Capítulo 2

Estado del Arte

El segundo capítulo de la memoria se dedica a presentar un estado del arte conciso de los principales campos de investigación, así como las principales aplicaciones desarrolladas en relación con el trabajo desarrollado.

2.1 Sistemas de diálogo

Los sistemas de diálogo [2] [16] surgen por la necesidad de nuevas interfaces que establezcan medios de comunicación naturales, eficientes e intuitivos entre los seres humanos y las máquinas. Estos sistemas se han convertido en una alternativa sólida para dotar a los ordenadores de capacidades inteligentes de comunicación, puesto que el habla es el método de comunicación más natural y flexible entre seres humanos.

2.1.1 Evolución y sistemas destacados

A partir de la década de los 60 las líneas de investigación en el desarrollo de estos sistemas se centran fundamentalmente en el procesamiento del lenguaje natural y la comprensión del habla para el desarrollo de interfaces amigables. El informe ALPAC (*Comité Consultivo de Procesamiento del Lenguaje Automático*) [15], en 1964, supuso un freno pero no un impedimento para el desarrollo de diversos sistemas como los que se citarán a continuación. Alpac fue un comité de siete científicos dirigidos por John R. Pierce, fundado en 1964 por el Gobierno de los EE.UU. con el fin de evaluar los progresos de la lingüística computacional en general y de la traducción automática en particular. Su informe, publicado en 1966, ganó notoriedad por ser muy escéptico en cuanto a los avances que se habían producido hasta el momento en el campo de la traducción automática, además de destacar la necesidad de llevar a cabo una investigación básica en la lingüística computacional, lo que provocó que el gobierno de los EE.UU redujera la financiación drásticamente para este tipo de investigaciones.

A continuación se citan los sistemas más significativos desarrollados durante la época:

- **BASEBALL:** [17] “sistema pregunta-respuesta” capaz de responder preguntas sobre la liga americana de béisbol en función del dominio de su base de datos.
- **STUDENT:** [18] Sistema capaz de entender enunciados de problemas algebraicos escritos en inglés y responder a diversas preguntas, siendo capaz de traducir enunciados en lenguaje natural a un conjunto de ecuaciones y resolverlas. Los problemas característicos que podía solucionar STUDENT son similares al siguiente: "El tío de Guillermo es dos veces más viejo que el padre de Guillermo. Dentro de dos años, el padre de Guillermo será tres veces más viejo que Guillermo. La suma de sus edades es 92. Averiguar la edad de Guillermo".

- **SIR:** [19] Este programa comprendía oraciones sencillas en inglés que describían situaciones acerca de pertenencias y relaciones parecidas. Tanto SIR como STUDENT funcionaban mediante comparación de patrones y búsqueda de palabras clave.
- **ELIZA:** [20] Este sistema imitaba al psicoanalista Carl Rogers poniendo en funcionamiento una terapia que consistía simplemente en animar a los pacientes a hablar de sus problemas, respondiendo a sus preguntas con otras preguntas. Aunque el sistema parecía estar hablando animadamente con la persona que le contaba sus problemas, el comportamiento real era muy diferente. ELIZA hacía creer a su interlocutor que éste estaba hablando con "un ser" que razonaba y entendía, aunque realmente todo ello se lograba mediante trucos como repetir frases cambiando "yo" por "tú", o echando mano de una frase del principio y transformándola en pregunta. Otro truco utilizado por este programa era insertar frases como "ya veo" o "háblame más acerca de esto".

En la década de los 70 surgen nuevos desarrollos basados en formalismos que aumentan el número de áreas de investigación (comprensión del lenguaje, interfaces de bases de datos, enseñanza asistida por ordenador, automatización de tareas de oficina, programación automática, procesamiento de textos científicos, etc.)

- **LUNAR:** [21] Sistema concebido para que pudiera responder, a partir de la información contenida en su base de datos, a las preguntas que los geólogos le plantearan a la NASA sobre las muestras de rocas recogidas en la Luna por el Apolo. Alcanzó un porcentaje de preguntas respondidas correctamente del 80%, que se elevó hasta un 90% tras algunas mejoras. Utilizaba una gramática basada en redes de transición ampliadas (ATNs) [53].
- **SAD-SAM:** [22] Abreviatura de "Sentence Appraiser and Diagrammer-Semantic Analyzing Machine", programa que analizaba frases sobre relaciones de parentesco y las representaba en forma de árbol. Está basado en la gramática generativa de N. Chomsky [54]. Este sistema representó un enorme avance en la simulación de inteligencia humana, pues era capaz interpretar la información

proporcionada por el usuario, relacionarla con información anteriormente almacenada, analizarla y sacar conclusiones lógicas.

- **DEACON:** [23] *“Direct English Access and Control”*, sistema especializado en la localización de unidades militares, comandantes, etc.
- **SHRDLU:** [24] Es el sistema más significativo de esta época. Está basado en la gramática sistémica de Halliday [25] [26] y en una semántica de tipo procedimental, simulando el brazo de un robot que operaba, según las instrucciones que recibía, en un universo de bloques geométricos dispuestos sobre una mesa. Este programa marca la transición hacia los sistemas denominados de segunda generación, al ser el primero en conjugar temas como el análisis sintáctico, el análisis semántico, la identificación de referentes acudiendo al discurso previo, la representación del conocimiento, la solución de problemas, etc., y su respectiva interacción para comprender el lenguaje, eso sí, aplicados a un dominio muy restringido. Demostró que el nivel sintáctico estaba bastante dominado y que era hora de concentrarse en la semántica y en el discurso.
- **PARRY:** [27] es un sistema similar a ELIZA, pero mucho más avanzado y desarrollado. El sistema PARRY intentó simular un paranoico esquizofrénico. El programa ejecutó un modelo crudo del comportamiento de un esquizofrénico paranoico basado en conceptos, conceptualizaciones y la creencia (juicios sobre conceptualizaciones: aceptar, rechazar, neutral). También incorporaba una estrategia conversacional [28].

Podemos concluir que los aspectos más importantes de esta época son los siguientes:

- Su inspiración en teorías lingüísticas: gramáticas computacionales basadas en modelos lingüísticos (gramática de casos, gramáticas semánticas, etc.).
- El interés por el tratamiento del nivel semántico.
- El afán por descubrir qué es comprender (orientación psicológica) y cómo hacer explícito el conocimiento general o del mundo.

- La no separación entre conocimiento lingüístico e informático: datos y programas forman un todo inseparable.
- La escasa capacidad para procesar textos incorrectos o incompletos.
- El inglés es la lengua que tratan la mayoría de los sistemas.
- Se refieren a dominios restringidos: se desarrollan ad-hoc para ese dominio, por lo que carecen de portabilidad.
- Las aplicaciones son sistemas desarrollados en un laboratorio, sin repercusión en la sociedad.

A partir de los años 80 se trata de una época de crecimiento y consolidación con énfasis en la investigación básica, pero animado también por el logro de mejores sistemas y resultados a nivel práctico. Durante estos años se volvió a la Lingüística como base teórica para el desarrollo de estos sistemas, además de retomarse modelos descartados previamente, como los modelos de estados finitos. Las teorías lingüísticas de esta época se orientan específicamente para su implementación informática, debido a su inspiración en lenguajes de programación.

Una de las principales tendencias durante la década de los 90 estuvo relacionada con la definición de lenguajes estándar para el desarrollo de sistemas de diálogos orales. A finales de 1999, el W3C (World Wide Web Consortium, consorcio internacional dedicado a la creación de estándares y pautas para el desarrollo Web) Voice Browser presentó los primeros estudios de requisitos para navegadores web que supusieron la base de lenguajes de etiquetas, como VoiceXML, para el desarrollo de sistemas de diálogo oral. También en este año surgen las primeras arquitecturas para desarrollar componentes “*plug and play*” [32].

Durante esta década surgen también los primeros desarrollos de corpus y herramientas para la evaluación de sistemas proporcionando importantes recursos compartidos. Entre los más destacados [33] podemos citar el proyecto Interval [55] (recursos terminológicos multilingües), proyecto Parole [56] (corpus y léxicos para 14 lenguas europeas), proyecto Speechdat [57] (tratamiento de voz) y proyecto EuroWordNet [58] (redes léxico-semánticas para las principales lenguas europeas).

Desde el punto de vista de las aplicaciones, en la década actual se ha iniciado una actividad comercial, han surgido compañías especializadas, grandes corporaciones han creado sus propios productos para sus necesidades específicas y se ha comenzado a hablar de un posible sector de Industrias de la Lengua. Entre las posibles aplicaciones del sector se encuentran la traducción automática, la realización de interfaces en lengua natural, la ayuda a la preparación de documentos, la indexación automática de textos, las instrucciones a robots, la enseñanza asistida por computadora, etc.

2.1.2 Principales retos definidos en la actualidad

A lo largo de la historia de los sistemas de diálogo, muchos expertos se han atrevido a prever cuáles serían las líneas futuras de investigación en el área, sin embargo, estos objetivos se han ido desplazando gradualmente hacia metas cada vez más complejas [49]. Por ejemplo, en la década de los 90, la tendencia principal era la de aumentar la robustez de los diversos módulos del sistema, mientras que de 2003 en adelante, los expertos han propuesto objetivos de más alto nivel, como proveer al sistema de razonamiento avanzado, capacidad de resolución de problemas, facultad de adaptación, proactividad, inteligencia afectiva, multimodalidad y multilingüismo.

Como puede observarse, estos nuevos objetivos se refieren al sistema en su conjunto y representan tendencias importantes que se alcanzan en la práctica a través del trabajo común en diversas áreas y diversos componentes del sistema de diálogo.

De este modo, los expertos prevén sistemas de diálogo inteligentes, adaptables, dinámicos, portables y multimodales. Todos estos conceptos no son mutuamente excluyentes, así la inteligencia del sistema está relacionada con su capacidad para adaptarse a nuevas situaciones y ésta a su vez le confiere mayor portabilidad para facilitar su uso en diversos entornos.

2.2 Sobre XHTML + Voice

XHTML+Voice es un lenguaje XML para desarrollar páginas web multimodales combinando XHTML (para la representación visual) y VoiceXML (para la interacción vocal). VoiceXML [30] es el estándar XML [34] [35] definido por el W3C para la interacción persona-máquina en la web mediante diálogos por voz. Facilita el desarrollo y ejecución de aplicaciones de voz de forma análoga a la utilización del lenguaje HTML [37] para el desarrollo de aplicaciones web. De la misma forma que los documentos HTML son interpretados por un navegador web, un intérprete VoiceXML lo hace con los ficheros de ese tipo. Una aplicación típica es la integración de estos intérpretes VoiceXML en la RTC (Red Telefónica Conmutada), de modo que un usuario puede acceder a las aplicaciones de voz por vía telefónica.

2.2.1 El lenguaje XML

XML son las siglas en inglés de Extensible Markup Language (lenguaje de marcas extensible). Es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el W3C (World Wide Web Consortium) [36]. Se trata de una simplificación y adaptación del SGML (Lenguaje de Marcado Generalizado) [59] y permite definir la gramática de lenguajes específicos (de la misma manera que HTML es a su vez un lenguaje definido por SGML). Por lo tanto, XML no es realmente un lenguaje en particular, sino una manera de definir lenguajes para diferentes necesidades. Algunos de estos lenguajes que usan XML para su definición son, además de VoiceXML, XHTML, SVG [61] y MathML [62].

El estándar XML 1.0 (Extensible Markup Language) [38] se publicó en febrero de 1998 siendo el primer paso hacia una Web moderna y permitiendo a cada comunidad diseñar lenguajes que suplan sus necesidades particulares y a partir de esta se han añadido otros estándares sobre la infraestructura de XML. Hacia el año 1995 se remontan los orígenes de este lenguaje de programación, cuando se diseñó un lenguaje pensando en la simplificación del desarrollo de aplicaciones de reconocimiento de habla en un proyecto en los laboratorios Bell de AT&T denominado Phone Markup Language (PML).

XML no está definido sólo para su aplicación en Internet, sino que se propone como un estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas. Se puede usar en bases de datos, editores de texto, hojas de cálculo y casi cualquier cosa imaginable.

Se trata de un lenguaje muy simple a la vez que estricto que juega un papel fundamental en el intercambio de una gran variedad de datos. Es un lenguaje muy similar a HTML pero su función principal es describir datos y no mostrarlos como es el caso de HTML. Es un formato que permite, de esta forma, la lectura de datos a través de diferentes aplicaciones. La Figura 5 muestra un ejemplo de programación con este lenguaje.

Ejemplo de XML (W3C)

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<libro>
  <titulo></titulo>
  <capitulo>
    <titulo></titulo>
    <seccion>
      <titulo></titulo>
    </seccion>
  </capitulo>
</libro>
```

Figura 5. Ejemplo de código XML

XML es una tecnología sencilla que tiene a su alrededor otras que la complementan y la hacen mucho más grande y con unas posibilidades mucho mayores, teniendo un papel muy importante actualmente para posibilitar la compatibilidad entre sistemas y así compartir la información de una manera segura, fiable y fácil.

Al igual que se comentará seguidamente en la descripción de VoiceXML, existen un conjunto de grupos que se encargan del desarrollo de los diferentes aspectos dentro de XML. La mayoría de los grupos de trabajo tienen ambos una página web pública y otra más privada que sólo es accesible a los miembros del W3C.

2.2.2 Introducción al lenguaje VoiceXML

En 1999, un conjunto de compañías (entre las que se encontraban AT&T, IBM, Lucent y Motorola) fundan el VoiceXML Forum [39], con el principal objetivo de concentrar sus esfuerzos y crear un estándar abierto para la comunicación oral en Internet. Antes de crear VoiceXML cada compañía había desarrollado su propia tecnología. La misión de VoiceXML Forum fue definir un lenguaje estándar que pudieran utilizar los diferentes desarrolladores para construir aplicaciones de voz y basadas en el diálogo. Se seleccionó XML como la base para este esfuerzo porque estaba claro que era la dirección a la que se dirigía la tecnología pensada para la web.

A principios del año 2000, el VoiceXML Forum publicó la especificación VoiceXML 1.0 la cual fue aceptada oficialmente en mayo de 2000 por el W3C. Algunos miembros de dicho Grupo de Trabajo son [63]: *BeVocal, Canon, Comverse, France Telecom, Genesys, HeyAnita, Hitachi, IBM, Intel, IWA/HWG, Loquendo, Microsoft, MITRE, Mitsubishi Electric, Motorola, Nokia, Nortel Networks, Nuance, PipeBeach, SAP, Scansoft, Snowshore Networks, SpeechWorks, Sun Microsystems, Syntellect, Tellme Networks, Unisys, Verascape, Vocalocity, VoiceGenie, Voxeo, and Voxpilot.*

En febrero de 2003 el W3C publica VoiceXML Versión 2.0 [64] como estándar recomendado y sobre el cual se ofrecen servicios de aplicaciones y editores de VoiceXML. Actualmente este estándar se encuentra en su versión 2.1 [40], aunque está prevista próximamente la versión 3.0, de la que ya puede consultarse un borrador [41].

El W3C ha creado una serie de grupos de trabajo con el objetivo de llevar a cabo la tarea de completar y añadir nuevas funcionalidades al lenguaje VoiceXML. Cada uno de estos grupos se encarga de desarrollar diferentes aspectos que permiten, al final, consolidar una serie de estándares para dicho lenguaje.

1) **Pronunciation Lexicon Group:** Describe las pautas para realizar diccionarios de pronunciación y crear interfaces mejoradas (representación de expresiones o palabras, abreviaturas, expresiones extranjeras, etc.) con cuya pronunciación se construye la voz sintética.

2) **Call Control Group**: La función de este grupo consiste en adoptar una arquitectura basada en la red para ejercer el control de llamada en una aplicación telefónica. Gestiona un lenguaje de marcas guiado por eventos que gestiona eficazmente los eventos telefónicos y lanza las aplicaciones VoiceXML. Este lenguaje se denomina CCXML [42]. Las características más importantes del CCXML son la facilidad de uso, la flexibilidad y la capacidad de procesar aplicaciones complejas.

3) **Reusable Dialog Components Group**: Este grupo especifica los requisitos para la definición e invocación de diálogos reusables, que puedan ser implementados por expertos en las plataformas de tecnología del habla, e incorporados como librerías, pudiendo ser, por tanto, invocados por los creadores de los servicios.

4) **Speech Grammars Group**: Se encarga de definir la sintaxis de las gramáticas utilizadas para el reconocimiento de las elocuciones del usuario. También se encarga de trabajar en la definición de modelos de lenguaje estocásticos, que permitan la inclusión en dichas gramáticas de grandes vocabularios e incluso de vocabularios abiertos.

5) **Multimodal Systems Group**: Grupo encargado de definir requisitos y procedimientos para ampliación de interfaces vocales definidas con VoiceXML a nuevos medios de interacción, tales como teclados y pantallas gráficas. La aportación de este grupo resulta, por tanto, crucial para la estandarización de nuevos lenguajes de presentación e interacción multimedia.

6) **Voice Dialogs Group**: Este grupo tiene como tarea la realización de extensiones y modificaciones al actual VoiceXML, para la mejora del lenguaje de definición de la interacción vocal con los servicios.

7) **Speech Synthesis Group**: La misión de este grupo es definir un lenguaje de marcas, basado en XML para la voz sintética, mediante el cual se puedan manipular, de forma sencilla e intuitiva, los parámetros básicos del sintetizador de voz, como pueden ser la entonación, el volumen, la velocidad, el tono de la voz sintetizada, etc.

2.2.3 Características del lenguaje VoiceXML

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, el lenguaje VoiceXML se basa en etiquetas (*tags*), mediante las cuales se indica al intérprete VoiceXML que reproduzca voz sintetizada, reconozca palabras, gestione el diálogo con el usuario, reproduzca audio pregrabado, etc. Las principales funcionalidades que ofrece VoiceXML son, por tanto, la reproducción de voz sintetizada, reproducción de ficheros de audio, reconocimiento de entradas por voz y DTMF (Multifrecuencia de doble tono), grabación de diálogos, control del flujo del diálogo y funciones de telefonía. El funcionamiento básico consiste en capturar la entrada del usuario (mediante voz o DTMF), asignar valores a una serie de variables y tomar decisiones en función de dichas variables.

El protocolo HTTP es el más usado para la obtención de páginas VoiceXML. Las aplicaciones pueden usar, por un lado, ficheros VoiceXML estáticos, o bien usar un servidor web o de aplicaciones para generar los ficheros VoiceXML de forma dinámica. En el caso que nos ocupa y que corresponde al desarrollo de este Proyecto de Fin de Carrera, la aplicación desarrollada utiliza tanto ficheros VoiceXML estáticos como generados dinámicamente.

Un documento VoiceXML puede representarse como una máquina de estados que el usuario recorre mediante interacciones por voz o DTMF. Mediante las opciones elegidas, un diálogo viene sucedido por otro, y así sucesivamente hasta que no hay más documentos por los que puede continuar el diálogo o se especifica directamente el final del mismo.

Con VoiceXML pueden definirse dos tipos de diálogos: formularios y menús. Los formularios definen una interacción con el usuario mediante la que se asigna valores una serie de variables (campos del formulario), validados por gramáticas. Los menús son un conjunto de opciones que determinan las transiciones a nuevos documentos en función de la opción elegida. La Figura 6 muestra un ejemplo de un formulario desarrollado con VoiceXML. En primer lugar se realiza una declaración del formulario que se identifica por el *id*. A continuación se declara el campo sobre el que se define la

gramática *drinks*. Por ultimo se define el mensaje sonoro a emitir en caso que coincida la elección del usuario con uno de los terminales de la gramática.

```
<vxml xmlns="http://www.w3.org/2001/vxml" id="drinkform"> [1]
  <field name="drink"> [2]
    <prompt>Would you like coffee, tea, or milk?</prompt> [3]
    <grammar><![CDATA[ [4]
      #JSGF V1.0;
      grammar drinks;
      public <drinks> = coffee | tea | milk
    ]]>
  </grammar>
  <filled> [5]
    <block>Sorry, I'm out of <value expr="drink"/>.</block> [5]
  </filled>
</field>
</vxml:form></head>
```

Figura 6. Ejemplo de formulario en VoiceXML

Las diferentes partes que se observan en el código son las siguientes:

- [1]: Carga el formulario cuyo nombre es drinkform.
- [2]: Campo del formulario. Un formulario puede contener varios campos.
- [3]: Mensaje hablado que se emite tras cargar el formulario.
- [4]: Gramática con los posibles valores entre los que puede elegir un usuario.
- [5]: Acción a realizar en caso de que la elección del usuario coincida con una de las opciones de la gramática definida.

En la figura 7 se muestra un ejemplo de menú en VoiceXML, que permite al usuario elegir entre distintas alternativas proporcionadas directamente por el sistema:

```
<menu><propertyname="inputmodes" value="dtmf"/> [1]
<prompt>For sports press 1, For weather press 2, For astrology press 3.</prompt> [2]
<choicetmf="1" next="http://www.sports.example.com/vxml/start.vxml"/> [3]
<choicetmf="2" next="http://www.weather.example.com/intro.vxml"/>
<choicetmf="3" next="http://www.astrology.example.com/astronews.vxml"/>
</menu>
```

Figura 7. Ejemplo de menú en VoiceXML

Las partes fundamentales que se observan en el código son:

- [1]: Carga el menú que tiene como campos valores que se introducen mediante DTMF.
- [2]: Mensaje hablado que se reproduce tras cargar el menú.
- [3]: Distintas opciones a las que se puede transitar en función de la opción seleccionada.

Otros conceptos importantes dentro de este lenguaje son:

- Sesión: todo proceso desde que el usuario comienza la interacción con el intérprete de contexto de VoiceXML hasta la finalización del diálogo.
- Aplicación: es el conjunto de documentos que comparten el mismo documento raíz, con código que puede utilizarse por todos ellos.
- Gramáticas: pueden ser de voz o DTMF, y cada diálogo puede poseer varias según la cobertura que se les asigne (campo, formulario, documento, aplicación, etc.). Especifican las posibles entradas de usuario que reconocerá la aplicación.

La Figura 8 muestra un ejemplo de definición de gramática con los posibles valores de asignaturas:

```
grammar subjects;  
  public <subjects> = Calculus | Artificial intelligence |  
  Physics | Programming | Computer Technology |  
  Information Skills | Return;]]>  
</vxml:grammar>
```

Figura 8. Ejemplo de gramática con asignaturas

- Eventos: son mecanismos que tratan las entradas del usuario, y cada uno define su propia función de tratamiento. La Figura 9 muestra un ejemplo de evento onclick que reproduce *sayHello*:

```
<p ev:event="onclick" ev:handler="#sayHello">
```

Figura 9. Ejemplo de evento

- Enlaces: permiten especificar gramáticas, así como transferir el control a otros documentos VoiceXML.

Entre las aplicaciones que se desarrollan actualmente con VoiceXML cabe destacar la utilización de las siguientes temáticas:

- Acceso a información empresarial y comercial: servicio automatizados de pedidos por teléfono, soporte y ayuda. Aerolíneas y departamentos de información, reserva de entradas para el cine y el teatro, servicios bancarios.
- Acceso a información pública como el estado del tiempo; condiciones de tráfico; colegios; direcciones; eventos sociales; noticias locales, nacionales e internacionales; información del mercado accionario nacional e internacional; transacciones de comercio electrónico.
- Acceso a la información personal abarcando agendas, direcciones, listados telefónicos, listados de almacenes y tiendas.
- Ayuda al usuario para comunicarse con otras personas a través del envío y recepción de mensajes de correo electrónico y correo de voz.

2.2.4 El lenguaje XHTML+Voice

XHTML+Voice [43][50] (comúnmente conocido como X+V), mediante el cual se ha desarrollado la aplicación que se describe en este Proyecto Final de Carrera, es un lenguaje XML desarrollado por el W3C para describir interfaces multimodales de usuario. Las dos modalidades esenciales son las visuales y orales. La interacción visual se define mediante la programación de páginas web utilizando XHTML. Los componentes orales se definen mediante la incorporación de un subconjunto del lenguaje VoiceXML. La Interfaz entre la comunicación oral y los componentes visuales de X+V se realiza a través de una combinación de ECMAScript, JavaScript, XML y eventos. En la figura 10 se muestra una definición de la cabecera de una página XHTML+Voice mediante los atributos *xmlns*.

```
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
xmlns:vxml="http://www.w3.org/2001/vxml"
xmlns:ev="http://www.w3.org/2001/xml-events"
xmlns:xv="http://www.voicexml.org/2002/xhtml+voice">
```

Figura 10. Definición de una página XHTML+Voice

En la figura 11 se muestra un ejemplo de sincronización de formularios para la parte visual y parte de voz. Para ello se emplea la etiqueta `<xv:sync>`, donde *visualsubject* es el formulario de texto y *subject* el formulario de voz.

```
<xv:sync xv:input="visualsubject" xv:field="#subject"/>
```

Figura 11. Sincronización de las modalidades orales y visuales

En la figura 12 se muestra un ejemplo de declaración de un formulario en XHTML+Voice con sus correspondientes etiquetas y campos que contiene:

Figura 12. Declaración de un formulario en XHTML+Voice

```
<form id = "string" xmlns = "URI">
child elements
</form>
```

En la figura 13 se muestra un ejemplo de declaración de la sentencia block. Un block es un elemento de un form que permite incluir contenido ejecutable. Además un block element puede tener como hijos y descendientes a otros block elements.

```
<block>
Welcome to my multimodal application.
</block>
```

Figura 13. Declaración de un *block* en XHTML+Voice

2.2.5 El navegador Opera

El navegador Opera [44] permite la navegación de los usuarios utilizando su propia voz mediante la utilización de páginas X+V. El usuario puede controlar en todo momento el navegador y generar voz sintetizada a partir del texto de las páginas web. En estos momentos, la navegación por voz solo está disponible en inglés y para el sistema operativo Windows.

La aplicación que se describe en este Proyecto Final de Carrera se ha desarrollado sobre la versión 10.0 de Opera. Para una buena navegación vocal es importante realizar una correcta configuración del navegador. En la pestaña *Herramientas, Opciones, Avanzado, Voz, Detalles* se puede realizar estos ajustes. Uno de los ajustes más importantes es la configuración del nivel de confianza, mediante el cual se define la precisión de reconocimiento de la voz del usuario. Ajustar el nivel de confianza necesario para que Opera reconozca un comando vocal es también un punto muy importante. El máximo es 10 y necesita una pronunciación muy exacta, el mínimo es 0 y requiere una pronunciación menos exigente.

Otro detalle importante en lo referente a la configuración es definir la tecla que se desee utilizar cada vez que el usuario quiera interactuar con la aplicación y el modo de utilizarla. Se recomienda utilizar la tecla *Insert* cuando quiera comenzar a hablar y mantenerla pulsada hasta que deje de hablar. De esta forma, se consigue una mayor precisión en el reconocimiento de la voz. Si se hace que Opera esté siempre a la escucha omitiendo la pulsación de teclas para hablar, se puede aumentar mucho la velocidad de respuesta.

Otro ajuste opcional que se puede realizar es la voz del navegador, pudiéndose establecer en masculino o femenino. Además, se pueden configurar parámetros como tono, grave y volumen. Al cargarse cada una de las páginas del sitio web el usuario debe pulsar la *tecla F5* para comenzar la reproducción del audio por parte del navegador. Durante la ejecución de la voz por parte del navegador, el usuario puede detener esta voz haciendo clic con el botón izquierdo en cualquier parte de la ventana en la que se encuentre.

Capítulo 3

Descripción general de la aplicación desarrollada

En el capítulo tercero de la memoria se detallan las características fundamentales del conjunto de módulos que conforman el sistema desarrollado para el Proyecto Final de Carrera. Entre los puntos tratados en este tema destaca, la especificación de los requisitos, el diagrama de casos de uso y una explicación de las funcionalidades incluidas en la totalidad de módulos.

3.1 Especificación de requisitos software

En este apartado se describe el catálogo de requisitos software que permite conocer cuáles son las características y la funcionalidad del sitio web que se ha desarrollado.

Para la extracción de requisitos, se ha llevado a cabo la lectura de varios artículos relacionados con estudios de la usabilidad Web de centros docentes, que nos han permitido averiguar cuáles son los principales problemas que pueden surgir durante el desarrollo de este tipo de aplicaciones para de este modo poder solucionarlos [45][46]. Se ha consultado adicionalmente el website de W3C el libro *“The Design of Sites”* [47], especializado en el diseño de sitios web.

Los requisitos funcionales que fueron definidos para desarrollar la aplicación son los siguientes:

- **RF1: Página de Inicio.** El website tendrá una página de inicio (Home). En esta página de inicio se detallarán aspectos de la universidad (historia, nuevos grados, objetivos, visión internacional, etc.) Debe ser una página principal sencilla y fácil de utilizar para un usuario de nivel básico.
- **RF2: Consultar información titulaciones de grado.** Permitirá al usuario consultar información de las actuales titulaciones que se imparten en la Universidad Carlos III de Madrid.
- **RF3: Consultar información asignaturas.** Permitirá al usuario consultar información de las actuales asignaturas que se imparten en la Universidad.
- **RF4: Consultar horarios titulación.** Permitirá al usuario consultar información de los horarios de las titulaciones que se imparten en la Universidad.
- **RF5: ¿Qué grado debo elegir?** Cuestionario para ayudar a escoger el grado que mejor se adapta a las características y preferencias del usuario.
- **RF6: Test de Motivación.** Cuestionario que indica al usuario si está preparado o no para tomar la difícil decisión de elegir una titulación.
- **RF7: Cuestionario sobre la aplicación.** Cuestionario en la que el usuario podrá expresar su opinión sobre el sistema. Tras la conclusión del cuestionario se mostrará al usuario una estadística de los resultados obtenidos hasta el momento.

Los requisitos no funcionales que se definieron se citan a continuación:

- **RNF1:** Migas de Pan. Herramienta de navegación en una página web que permite al usuario visualizar de un modo rápido y sencillo la ruta seguida hasta haber llegado a la página en la que se encuentra. Conseguimos una mayor orientación en el usuario y una facilidad mucho mayor de navegación al poder volver a puntos anteriores con gran facilidad. En la parte superior izquierda de la página aparecerá la ruta seguida por el usuario en la navegación que realice por nuestra Web. Utilizar migas de pan es importante para mejorar la accesibilidad del sitio web.
- **RNF2:** El logotipo de la Universidad deberá aparecer en todas y cada una de las páginas por las que naveguemos en nuestra Web.
- **RNF3:** Todo el contenido del website deberá ser fácilmente legible gracias a la correcta elección de los colores tanto de fondo como de letra. Con ello conseguimos que la legibilidad de los contenidos sea adecuada y la mayor facilidad y comprensión de lectura por parte de los usuarios. Hemos decidido utilizar en la mayor parte del sitio web letra Calibri debido a su claridad y su buena legibilidad.
- **RNF4:** Cada una de las páginas web tendrá un menú vertical en la parte que permitirá acceder rápidamente a cada uno de los contenidos de la web.
- **RNF5:** Todos los menús tendrán la misma estructura para facilitar la navegación por las diferentes páginas del sitio web.
- **RNF6:** En un menú situado en la parte superior derecha (que hemos denominado *menu_2*) de cada una de las páginas web encontraremos información de contacto (teléfono, email), accesibilidad y política de privacidad.
- **RNF7:** En *menu_2* tendremos un apartado **Añadir a Favoritos**, que ofrece la posibilidad al cliente de añadir la página web a sus Favoritos.

- **RNF8:** En *menu_2* tendremos un apartado FAQ'S, con preguntas frecuentes que le podrían surgir al usuario de la web.
- **RNF9:** La aplicación tendrá un único perfil de usuario, es decir, es indiferente si el usuario es profesor, alumno o ninguno de los dos.
- **RNF10:** Nuestra página podrá ser manejable mediante el *scroll* del ratón. Se logra una mayor rapidez en la navegación y el tiempo que tarda un usuario en explorar la página es mucho menor y más agradable.
- **RNF11:** Nuestra página web podrá ser manejable mediante la voz a través de un micrófono. De esta forma se mejora la accesibilidad considerablemente permitiendo el acceso a nuestra web del mayor número de usuarios posibles.
- **RNF12:** El tamaño máximo de una página web es de 90 KB. Con ello se pretende reducir el tiempo de carga de cada una de las páginas web del sistema.
- **RNF13:** La página Web y las distintas consultas utilizarán como idioma el inglés. Este requisito es fundamental, ya que la funcionalidad Opera Voice sólo soporta este idioma.
- **RNF14:** La aplicación se verificará para poder utilizarse correctamente en sistemas operativos Windows 2000 y Windows XP.
- **RNF15:** La aplicación será implementada con el lenguaje de marcado XHTML+Voice para permitir al usuario interactuar con la aplicación tanto con el teclado/ratón como con la voz.
- **RNF16:** A parte del nivel de usuario requerido para la utilización de cualquier página Web de temática académica, el usuario debe tener unos mínimos conocimientos de la tecnología Opera Voice, referentes a su utilización para visualizar e interpretar páginas Web.

- **RNF17:** La aplicación únicamente podrá consultarse mediante el navegador **Opera**, ya que éste es el único que soporta actualmente la funcionalidad de voz.
- **RNF18:** Todas las páginas del sitio web estarán diseñadas con una estructura similar en todas las secciones para que el usuario se habitúe a la navegación por el sitio web.
- **RNF19:** En la ventana del navegador se mostrará siempre el título de la página en la que nos encontramos con el fin de facilitar la navegación al usuario.
- **RNF20:** Se utilizará una hoja de estilos CSS de nombre *default.css* para definir el estilo en conjunto del sitio web y centralizarlo en un único fichero de estilo.
- **RNF21:** Los enlaces textuales se mostrarán en color azul oscuro con el objetivo de que resalten y facilitar la navegación del usuario.
- **RNF22:** Acceso libre al sitio web: cualquier usuario podrá navegar libremente por el sitio web sin necesidad de estar registrado y teniendo acceso a todos los contenidos.
- **RNF23:** En cada una de las diferentes páginas del website habrá un botón "**Previous**" que permitirá al usuario volver a la página anterior con un solo clic. Además esta misma operación podrá realizarse mediante voz pronunciando la palabra "**Return**".

3.2 Diagrama de casos de uso

A continuación se muestra el diagrama de casos de uso, mediante el cual se comenta el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario. Se ha decidido que sólo se reflejen aquellos casos de uso que sean significativos e importantes desde el punto de vista del usuario.



Figura 14. Diagrama de casos de uso

En el diagrama de casos de uso de la Figura 14 se muestra la relación entre el actor o usuario del sistema y los casos de uso del mismo. Representa la funcionalidad que ofrece el sistema en lo que se refiere a su interacción externa. Por lo tanto, el usuario podrá interactuar con cada uno de los módulos o casos de uso que se muestran en el diagrama anterior.

3.3 Elementos comunes en el sistema

A continuación pasamos a describir un conjunto de elementos que son comunes a cada uno de los módulos del sistema.

- **Contenido Visual:**

- Todas las páginas tienen una cabecera con el logotipo de la Universidad Carlos III. Haciendo clic sobre el logotipo se redirige al usuario a la página principal.
- Todas las páginas de la web del website se encuentran enlazadas entre sí mediante un menú vertical situado en la parte derecha de cada página. De esta

forma podremos acceder de una forma más rápida a cada uno de los contenidos que se ofrecen. Al situarnos sobre un elemento este queda remarcado en otro color para diferenciarse del resto.

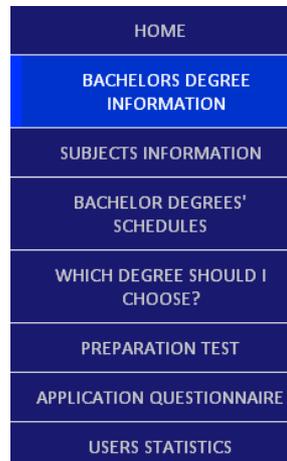


Figura 15. Menú lateral derecho

- Existe además un menú que contiene información de teléfonos, email e información sobre accesibilidad.

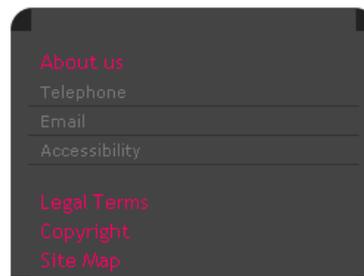


Figura 16. Menú Información

- Botón de retorno a la página anterior.



Figura 17. Botón Previous page

- **Contenido Audio:**

- En cada una de las páginas del website, tras pulsar F5, se ofrece información mediante voz sobre el contenido de la página en la que nos encontramos y de lo que debe hacer el usuario en los casos que proceda.
- Además se ofrece mediante un mensaje de voz la posibilidad de regresar a la página anterior pronunciando la palabra "return".

3.4 Arquitectura de la aplicación

La aplicación se ha desarrollado siguiendo una arquitectura cliente-servidor mostrada en la Figura 18.

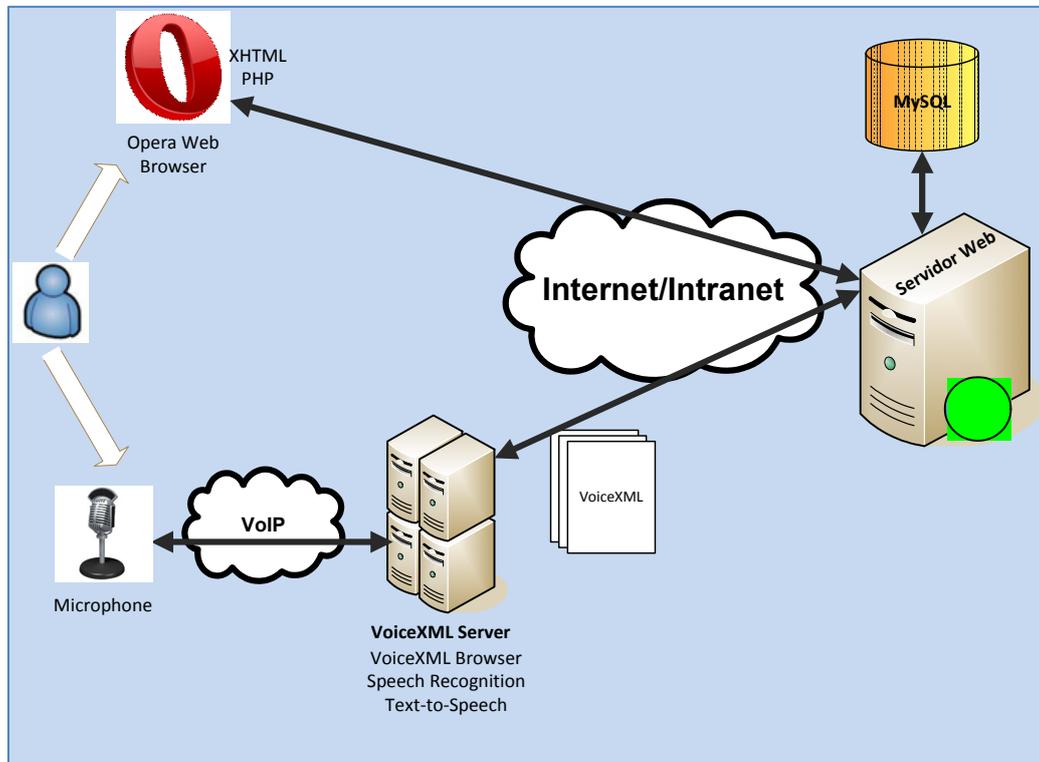


Figura 18. Arquitectura de la aplicación

Tal y como puede observarse en dicha figura, la aplicación web completa esta contenida en un servidor Web Apache, que se comunica con una base de datos de tipo MySQL, de donde se extrae la información relativa a la aplicación. Los diversos tipos de páginas (XHTML+Voice, PHP) que componen el website están alojadas en el servidor Apache, necesario para interpretar las páginas PHP.

Tanto el servidor Apache, como MySQL y PHP están contenidos en la aplicación VertrigoServ (v.2.18) que permite la instalación y configuración de los paquetes anteriores. Todos los componentes se instalan en un solo directorio llamado VertrigoServ. Las páginas que componen el website se encuentran almacenadas en la carpeta **PFC**, que se encuentra a su vez en la carpeta **www** dentro del directorio **VertrigoServ**. La URL del website tiene, de esta forma, la siguiente estructura:

http://localhost/PFC/nombrePAGINA

Por lo tanto, para cargar la página principal del website habrá que ejecutar en el navegador la url ***http://localhost/PFC/principal.xhtml***.

El gestor de base de datos utilizado es MySQL en su versión 5.0.41. Para administrar la base de datos hemos empleado la herramienta phpMyAdmin (versión 2.10.2) que es una aplicación escrita en PHP con la intención de manejar la administración de MySQL a través de páginas web, utilizando Internet. Actualmente puede utilizarse para crear y eliminar bases de datos; crear, eliminar y alterar tablas; borrar, editar y añadir campos; ejecutar cualquier sentencia SQL; administrar claves en campos; administrar privilegios; exportar datos en varios formatos haciendo más fácil para el programador la labor de gestionar una base de datos, etc. La Figura 19 muestra una captura de pantalla inicial de la aplicación phpMyAdmin.



Figura 19. Captura de la pantalla principal de la herramienta phpMyAdmin

La Figura 20 se muestra la relación de tablas existentes en la base de datos MySQL, tal y como se observa en el administrador de base de datos phpMyAdmin.

	Tabla	Acción					
<input type="checkbox"/>	aficiones						
<input type="checkbox"/>	asignaturas						
<input type="checkbox"/>	cuestionario						
<input type="checkbox"/>	estadisticas_website						
<input type="checkbox"/>	estadisticas_website1						
<input type="checkbox"/>	horarios						
<input type="checkbox"/>	info_asignatura						
<input type="checkbox"/>	info_titulacion						
<input type="checkbox"/>	minimo_media						
<input type="checkbox"/>	rama_preferida						
<input type="checkbox"/>	resultados						
<input type="checkbox"/>	test_preparacion						
<input type="checkbox"/>	tipo_bachillerato						
	13 tabla(s)	Número de filas					

Figura 20. Captura en phpMyAdmin de las tablas de la base de datos de aplicación

A continuación se detallan cada una de dichas tablas:

- **Tabla aficiones:** contiene una lista con las aficiones que puede seleccionar el usuario en una de las preguntas del test *¿Qué titulación de grado debo elegir?*
- **Tabla asignaturas:** contiene una lista de asignaturas impartidas en la uc3m.
- **Tabla cuestionario:** contiene los resultados a consultar tras completar el cuestionario para saber si un usuario está preparado para tomar la decisión de elegir una titulación.
- **Tabla estadisticas_website:** contiene las estadísticas correspondientes a la valoración de la aplicación por parte de los usuarios.
- **Tabla horarios:** contiene toda la información relativa a los horarios de una titulación, grupo, curso y cuatrimestre.
- **Tabla info_asignatura:** contiene la información correspondiente a cada una de las asignaturas.
- **Tabla info_titulacion:** contiene la información correspondiente a cada una de las titulaciones.

- **Tabla rama_preferida:** contiene las distintas ramas del conocimiento existentes (Humanidades, Arte, Ingeniería y Ciencias Sociales).
- **Tabla resultados:** tabla en la que se consulta después de que un usuario complete el cuestionario *What bachelor degree shall I choose?* para finalmente obtener la titulación/es que mejor se adapta al usuario.
- **Tabla test_preparacion:** tabla a la que se accede para consultar el resultado tras completar un usuario el test de preparación, mediante el cual puede comprobar si está o no preparado para elegir una titulación universitaria.
- **Tabla tipo_bachillerato:** tabla en la que se almacenan los distintos tipos de bachilleratos existentes.

3.4.1 Tipos de páginas definidas para la interacción en el website

A continuación se muestran los distintos tipos de páginas que podemos encontrar en el website y las posibles transiciones entre ellas.

- **Acceso directo a una página de tipo XHTML+VOICE:** éste es el caso de la página principal del website, tal y como se muestra en la Figura 21.

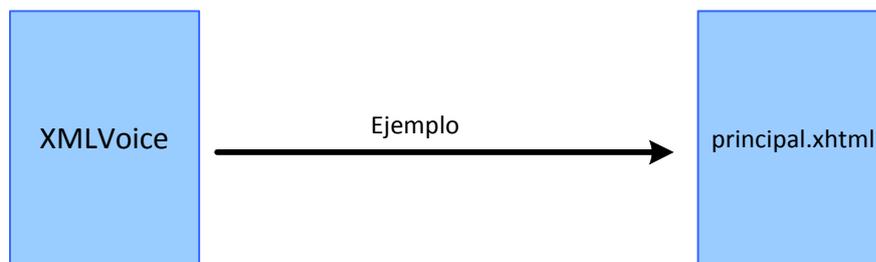


Figura 21. Tipo de página 1

- **De XHTML+Voice a PHP y de PHP a XHTML+Voice:** En primer lugar se accede a una página XHTML+Voice donde el usuario completa los campos que se le solicita. Estos datos son enviados a una página PHP donde se analizan los datos y se realizan las consultas en la base de datos. Finalmente se redirige a otra página XHTML+Voice, generada dinámicamente para mostrar los resultados, tal y como muestra la Figura 22.

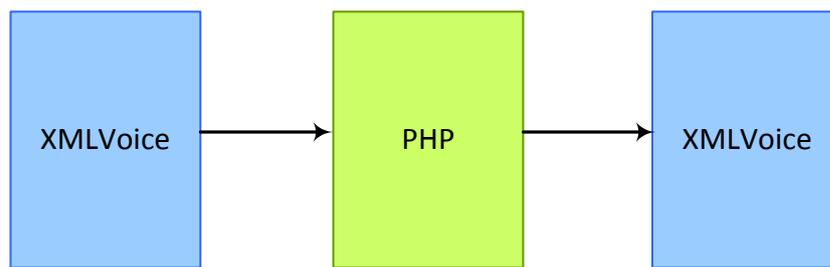


Figura 22. Tipo de página 2

A continuación, la Figura 23 muestra un ejemplo de este tipo de navegación, en el que el usuario selecciona una titulación a través de una página XHTML+Voice. El dato de la titulación se envía a la página PHP donde se procesa y se realiza una consulta en la base de datos para posteriormente mostrar la información resultante en otra página XHTML+Voice.

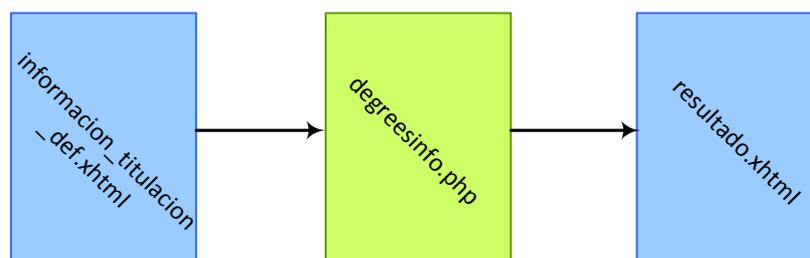


Figura 23. Ejemplo tipo de página 2

- **De XHTML+Voice a varias páginas PHP y desde esas páginas a XHTML+Voice:** En primer lugar se accede a una página XHTML+Voice donde el usuario completa los datos requeridos. Posteriormente se accede a varias páginas PHP para realizar consultas en la base de datos, generar gráficas, etc. Finalmente se redirige a una página XHTML+Voice para mostrar dinámicamente los resultados, tal y como muestra la Figura 24.

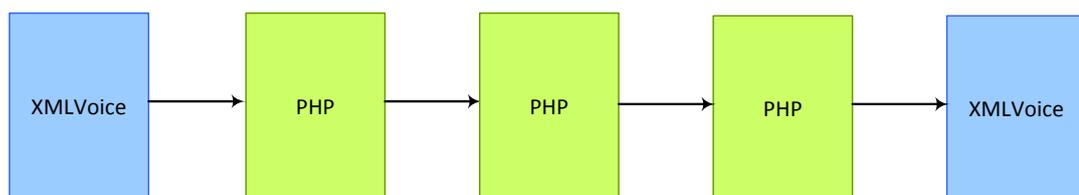


Figura 24. Tipo de página 3

En el ejemplo mostrado en la Figura 25, el usuario rellena un cuestionario sobre la aplicación. Tras pulsar *Send* se redirige a una página PHP donde se realizan consultas y actualizaciones sobre la base de datos. Posteriormente se redirige a otra página PHP donde se recuperan datos de la base de datos, se llama a la función que genera la gráfica circular 3D (*grafico_tarta.php*) y se generará dinámicamente la página XHTML+Voice donde se muestra la gráfica resultante.

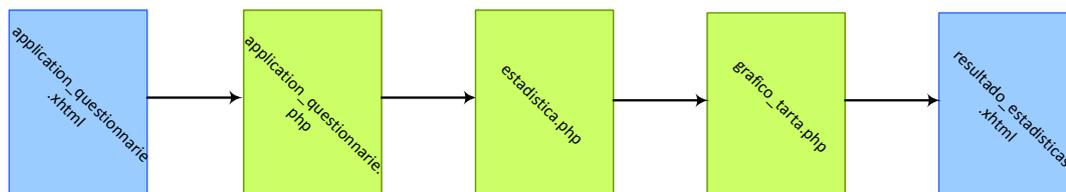


Figura 25. Ejemplo tipo de página 3

3.4.2 *Ejemplo de código utilizado para las operaciones más relevantes*

En esta sección se detalla el código relativo a las operaciones más significativas empleadas durante la implementación del sistema, concretándose en explicar los fragmentos de código de cada lenguaje de programación empleado para la implementación del sistema.

3.4.2.1 *Utilización del lenguaje MySQL*

La Figura 26 muestra un ejemplo del código utilizado para llevar a cabo las operaciones más relevantes con las bases de datos MySQL.

OPERACIÓN	CÓDIGO
Abrir una conexión al servidor MySQL.	<pre><i>\$link = mysql_connect("localhost", "root", "vertrigo");</i></pre> <p>-> donde <i>localhost</i> es el servidor local, <i>root</i> es el nombre de usuario y <i>vertrigo</i> la contraseña.</p>
Seleccionar una base de datos de MySQL.	<pre><i>mysql_select_db("bbdd_pfc",\$link)</i></pre> <p>-> donde <i>bbdd_pfc</i> es la base de datos a la que queremos acceder y <i>\$link</i> es un identificador.</p>
Consulta para traer todos los campos de una tabla.	<pre><i>SELECT * FROM NOMBRE_TABLA</i></pre>
Consulta para traer determinados campos de una tabla.	<pre><i>SELECT CAMPO1, CAMPO2 FROM NOMBRE_TABLA</i></pre>
Consulta para traer un registro específico.	<pre><i>SELECT * FROM NOMBRE_TABLA WHERE CAMPO1= "..."</i></pre>
Consulta en la cual se obtienen los datos referentes a una titulación determinada que se corresponda con la seleccionada por el usuario.	<pre><i>\$result = mysql_query("SELECT bachelor,bachelor_m,field_of_studie, campus, years, director, language, grupo, students, total_credits, date_of_matriculation, date_of_admision FROM info_titulacion where bachelor_m='\$subject1' or bachelor_m='\$subject'", \$link);</i></pre>
Actualización del campo num_veces sobre la tabla estadísticas_website. Con ello actualizamos el número de veces que se producido uno de los 6 posibles resultados a la hora de valorar la aplicación mediante el cuestionario.	<pre><i>\$sqlquery="UPDATE estadísticas_website SET num_veces =\$num WHERE valoracion = '\$row[0]";</i></pre>

Figura 26. Código básico en lenguaje SQL

3.4.2.2 Generación de páginas dinámicas con PHP

A continuación, en la Figura 27 se muestran los pasos seguidos para la generación de páginas XHTML+VOICE con contenidos dinámicos.

OPERACIÓN	CÓDIGO
Para abrir el fichero o página donde vamos a escribir ejecutamos la sentencia fopen de la siguiente manera:	<code>\$fichero="resultado_estadisticas.shtml"; \$resultado=fopen(\$fichero,w);</code>
Para escribir en el fichero ejecutamos la sentencia fwrite:	<code>fwrite(\$resultado,'<...> ');</code> Por ejemplo: <code>fwrite(\$resultado,'<head>');</code>
Para cerrar el fichero o página donde hemos escrito ejecutamos la sentencia fclose de la siguiente manera:	<code>fclose(\$resultado);</code>
Finalmente redirigimos al fichero o página que acabamos de crear:	<code>header("location: http://localhost/PFC/resultado_estadisticas.shtml");</code>

Figura 27. Sentencias básicas de lenguaje PHP

En el apartado 1 del Anexo podemos ver un ejemplo completo de como generar dinámicamente una página de tipo XMLVoice desde una página PHP.

3.4.2.3 Estructura del lenguaje VoiceXML

A continuación, en la Figura 28 se detalla y se comenta la estructura de un documento Voice XML. Al comienzo de un documento VoiceXML se declaran las etiquetas xmlns sobre las versiones y estándares utilizados. A continuación, se incluye la cabecera *head* en la cual se incluye la parte de voz del sistema así como el título de la página. Tras la cabecera *head* la siguiente sección es el *body* del documento en el cual se incluye la parte visual de la aplicación.

```
<?xml version="1.0"?>
/*Declaración etiqueta html*/
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
      xmlns:vxml="http://www.w3.org/2001/vxml"
      xmlns:ev="http://www.w3.org/2001/xml-events"
      xmlns:xv="http://www.voicexml.org/2002/xhtml+voice">
/*Declaración cabecera head (tipo codificación, hoja estilos CSS,... */
/*Dentro del head se incluye la parte/s de voz */
<head>
<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=iso-8859-1"/>
<meta name="description" content="description"/>
<meta name="keywords" content="keywords"/>
<meta name="author" content="author"/>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="default.css" media="screen"/>
/*Título de la página que estamos tratando */
<title>Bachelors degree Information in the UC3M</title>
/*Formulario/s voz*/
<vxml:form id="getMessageInfo">
</vxml:form>
/*Sincronización/es voz-texto*/
<xv:cancel id="voice_cancel"/>
<xv:sync xv:input="visualsubject" xv:field="#subject"/>
/*Fin cabecera head*/
</head>
/*Cuerpo del documento en el que se incluye la parte de texto visual*/
<body id="documentBody" ev:event="load" ev:handler="#getMessageInfo">
/*Fin body*/
</body>
/*Fin html*/
</html>
```

Figura 28. Estructura básica de un documento VoiceXML

La Figura 29 muestra el código utilizado para la generación de un formulario con entrada y salida oral en XHTML+Voice.

```
/*Etiqueta para la declaración de un formulario*/  
<vxml:form id="getMessageInfo">  
/*Etiqueta block para proporcionar información mediante voz al usuario sobre el formulario que quiere rellenar*/  
  <vxml:block>Use this page to consult the information of a specific bachelor degree. If you want to return to the previous page say "return"</vxml:block>  
/*Etiqueta que identifica a un formulario mediante el id y el nombre del formulario*/  
  <vxml:field xv:id="subject" name="subject">  
/*Etiqueta prompt para proporcionar información mediante voz al usuario sobre uno de los campos del formulario que quiere rellenar*/  
  <vxml:prompt>Tell me the name of the bachelor's degree you want to know information or say return to go back to the main page.</vxml:prompt>  
/*Definición de la gramática correspondiente al formulario*/  
  <vxml:grammar><![CDATA[  
    #JSGF V1.0;  
    grammar subjects;  
  
    public <subjects> = Informatics Engineering | Telematics Engineering | Journalism | Law |  
Return;]]>  
  </vxml:grammar>  
/*Acción a realizar en caso de que no haya coincidencias entre la gramática y la elección del usuario*/  
  <vxml:nomatch>  
    <vxml:prompt>Please repeat again, I can not understand you.</vxml:prompt>  
  </vxml:nomatch>  
</vxml:field>  
/*Acción a realizar en caso de que haya coincidencias entre la gramática y la elección del usuario*/  
  <vxml:filled mode="all">  
    <vxml:prompt> Ok got them. </vxml:prompt>  
/*En caso de que haya coincidencia entre la gramática y la elección del usuario se redirige a una página PHP*/  
    <assign name="window.location" expr="'degreesinfo.php?subject='+ subject"/>  
  </vxml:filled>  
</vxml:form>
```

Figura 29. Formulario con entrada y salida oral en XHTML+Voice

3.4.2.4 Generar gráficas con Jpgraph

Mediante la biblioteca JPGRAPH desarrollada en PHP tenemos la capacidad de generar gráficas con contenido dinámico para posteriormente mostrarla en una página de tipo XHTML+Voice, tal y como se muestra en la siguiente instrucción PHP:

```
fwrite($resultado,'');
```

En la Figura 30 se muestra el proceso utilizado para elabora el gráfico *grafico_tarta.php*, en el cual se muestra una estadística global de todas las preguntas después de cada usuario complete el cuestionario de valoración de la aplicación.

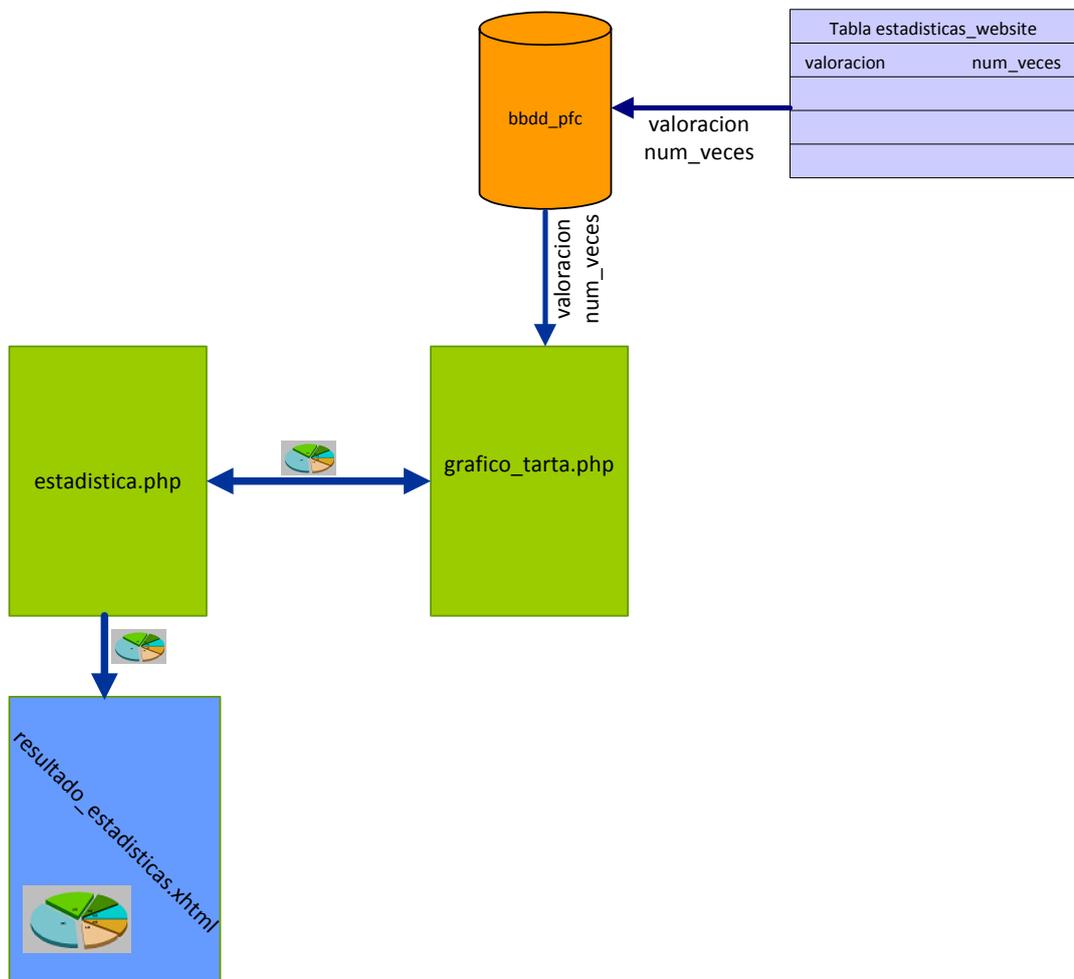


Figura 30. Esquema generación de una gráfica con Jpgraph

En primer lugar se obtiene el valor de *num_veces* correspondiente a cada *valoracion*. De esta forma sabemos cuantas veces ha salido cada tipo de *valoración* (*Very Poor, Poor, Regular, Good, Very Good, Excellent*) a la hora de completar el cuestionario sobre la aplicación. Con estos datos generamos el grafo circular 3D que muestra la evaluación del sistema.

En primer lugar se declaran las librerías de *Jpgraph* y del gráfico circular 3D. Seguidamente abrimos el fichero correspondiente a la página xhtml que se crea dinámicamente y en la cual se muestran las estadísticas correspondiente al cuestionario de valoración mediante un gráfico circular 3D. Tras abrir el fichero, se realiza la conexión a la base de datos y mediante cinco consultas extraemos los datos necesarios para generar el gráfico anteriormente citado.

Por último insertamos los dos tipos de datos necesarios (*num_veces* y *valoracion*) para crear el gráfico circular 3D mediante una estructura array como la siguiente:

```
$data = array($valor1,$valor2,$valor3,$valor4,$valor5,$valor6);
```

En la figura 31 se muestra el código correspondiente a la generación de un gráfico utilizando la herramienta *Jpgraph*:

```
<?php
/*Llamadas a las librerías que gestionar las gráficas*/
include ("jpgraph/src/jpgraph.php");
include ("jpgraph/src/jpgraph_pie.php");
include ("jpgraph/src/jpgraph_pie3d.php");
/*Abrimos el fichero de la pagina resultado*/
$fichero="resultado_estadisticas.xhtml";
$resultado=fopen($fichero,w);
/*-----bbdd-----*/
/*Conectarse la base de datos*/
$link = mysql_connect("localhost", "root", "vertrigo");
if (!$link) {
    die("Could not connect: ' . mysql_error()); }
if(!mysql_select_db("bbdd_pfc",$link))
    die("No database selected.");
/*Recuperamos los datos necesarios para realizar el gráfico de la base de datos*/
$result = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE valoracion='Very Poor'", $link);
$result1 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE valoracion='Poor'", $link);
$result2 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE valoracion='Regular'", $link);
$result3 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE valoracion='Good'", $link);
```

```

$result4 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE valoracion='Very Good'", $link);
$result5 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE valoracion='Excellent'", $link);
if (!$result) {
    die('Could not query: ' . mysql_error());
}
/*Asignamos los valores a las variables correspondientes*/
$row = mysql_fetch_row($result);
$valor1=$row[1];
$row = mysql_fetch_row($result1);
$valor2=$row[1];
$row = mysql_fetch_row($result2);
$valor3=$row[1];
$row = mysql_fetch_row($result3);
$valor4=$row[1];
$row = mysql_fetch_row($result4);
$valor5=$row[1];
$row = mysql_fetch_row($result5);
$valor6=$row[1];
/*Sacamos la suma para mostrar el total de usuarios que han completado el formulario de valoración del sistema*/
$suma=$valor1+$valor2+$valor3+$valor4+$valor5+$valor6;
$res="Estadística/s " . $suma . " usuario/s";
/*Grafica php*/
/*Insertamos en el gráfico los distintos valores correspondientes al número de veces que se ha dado cada valoración*/
$data = array($valor1,$valor2,$valor3,$valor4,$valor5,$valor6);
/*Dimensiones y colores del gráfico*/
$graph = new PieGraph(750,500,"auto");
$graph->img->SetAntiAliasing();
$graph->SetMarginColor('gray');
// $graph->SetShadow();
// Setup margin and titles
$graph->title->Set($res);
$p1 = new PiePlot3D($data);
$p1->SetSize(0.35);
$p1->SetCenter(0.5);
// Setup slice labels and move them into the plot
$p1->value->SetFont(FF_FONT1,FS_BOLD);
$p1->value->SetColor("black");
$p1->SetLabelPos(0.2);
/*Posibles resultados tras completar el cuestionario de valoración*/
$nombrres=array("Very Poor", "Poor", "Regular", "Good", "Very Good", "Excellent");
$p1->SetLegends($nombrres);
$p1->ExplodeAll();
$graph->Add($p1);
$graph->Stroke();
?>

```

Figura 31. Ejemplo de generación de gráficas con PHP

Capítulo 4

Descripción detallada de los módulos del sistema

En este capítulo se profundiza en la descripción de cada uno de los módulos que conforman el sistema. Para cada módulo se analizan las entradas, salidas, flujo de datos, accesos y consultas a bases de datos. Además, se describe la navegación entre los distintos tipos de páginas y como se generan las páginas XHTML + Voice dinámicas.

4.1 Módulo 0: Página de Inicio

El módulo inicial de la aplicación se denomina *principal.xhtml* y es una página de tipo XHTML+Voice. En ella encontramos información sobre diversos aspectos de la Universidad Carlos III de Madrid, la implantación de las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior en la Universidad, de los nuevos grados y la adaptación de la Universidad al Espacio Europeo de Educación Superior, presentada por el rector Daniel Peña. La Figura 32 muestra una captura de pantalla de la página inicial del sistema.



Figura 32. Captura de pantalla de la página inicial del sistema

Desde esta página inicial el usuario puede acceder mediante el ratón/teclado o voz a cada uno de los elementos o páginas web secundarias de cada uno de los dos menús. Estas páginas pueden ser de tipo PHP (que crean dinámicamente una página de tipo XHTML+Voice) o bien páginas XHTML+Voice directamente. Ambas posibilitan al usuario navegar por todo el website oralmente.

Desde cualquier página web del website se podrá retornar a la página de inicio de las siguientes formas:

- Haciendo clic en el enlace Home del menú.
- Pulsando en el enlace de la cabecera superior (Carlos III University).
- Si la página anterior a la actual es la principal diciendo “Return” o bien pulsando el botón Previous.

La Figura 33 muestra el esquema de navegación descrito para facilitar el acceso a los diferentes módulos de la aplicación desde la página principal de la misma. Las páginas a las que se puede acceder desde el menú principal son accesibles desde algunos de los dos menús que aparecen en la página principal y que se corresponden con los mostrados en las Figura 15 y Figura 16.

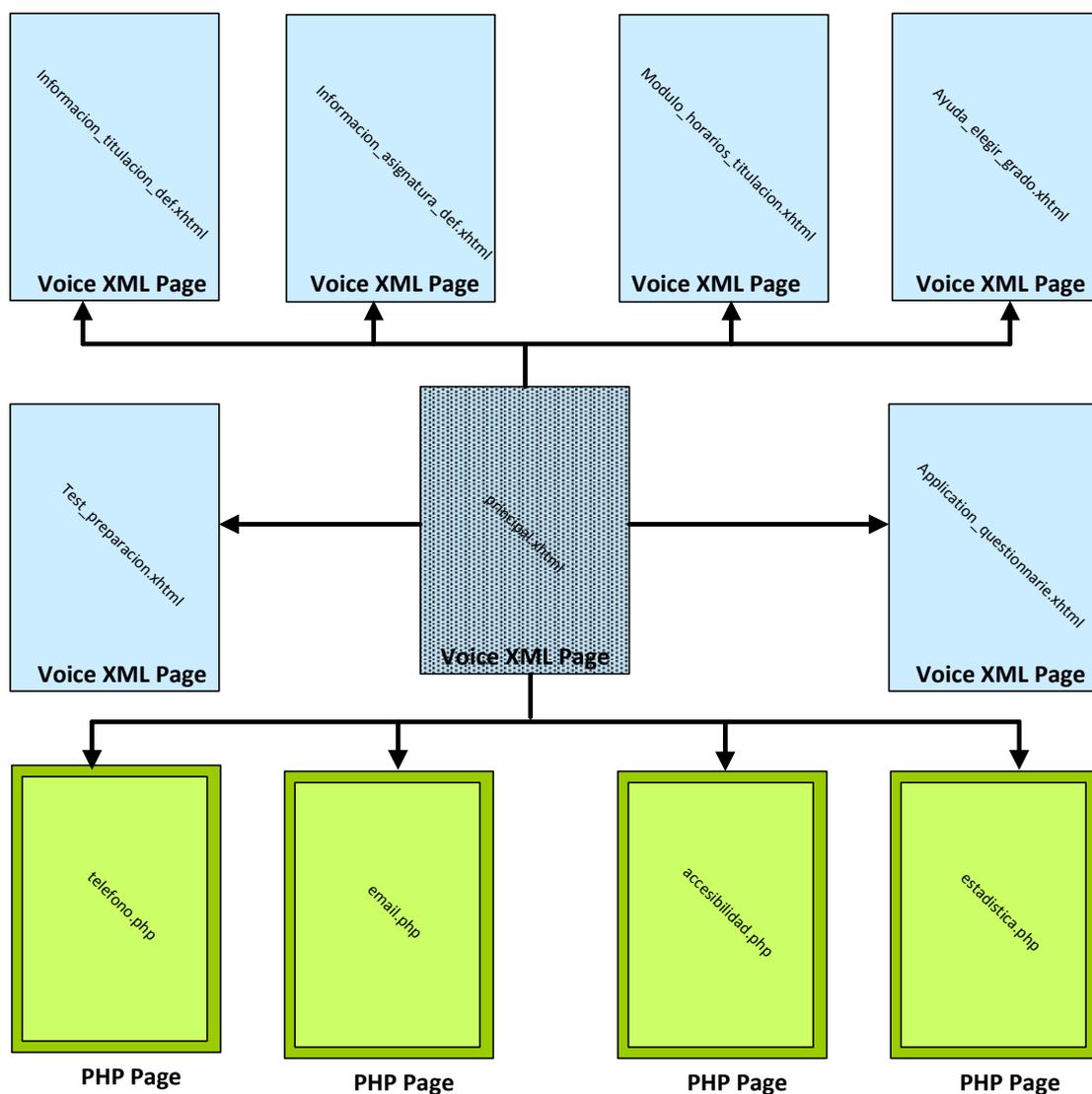


Figura 33. Esquema navegación desde la página principal

4.2 Módulo 1: Información sobre Titulaciones de Grado

En este módulo se facilita al usuario toda aquella información relacionada con cada una de las titulaciones de grado. Para ello, el usuario deberá introducir en el sistema el nombre de la titulación de la cual desea obtener información y el sistema le mostrará una página con dicha información, tal y como muestra la Figura 34.

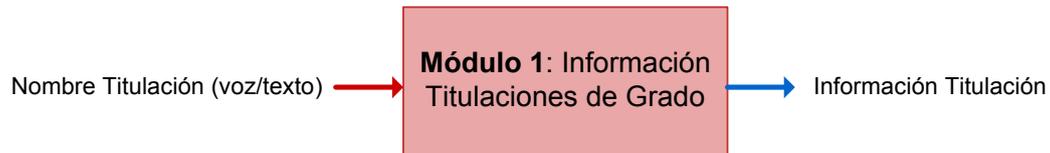


Figura 34. Diagrama básico del funcionamiento del Módulo 1

La información que se incluye de la titulación es la siguiente:

- Rama del conocimiento en la que se engloba.
- Campus en el que se imparte.
- Número de cursos necesarios para superar la titulación.
- Director de la titulación.
- Bilingüe/No Bilingüe.
- Grupos.
- Número de estudiantes matriculados.
- Total de créditos a cursar.
- Fecha de matriculación.
- Fecha de admisión

En la Figura 35 se muestra un esquema del funcionamiento del módulo 1, en el cual se detalla la navegación entre páginas, el flujo de datos entre páginas, así como los accesos a la base de datos.

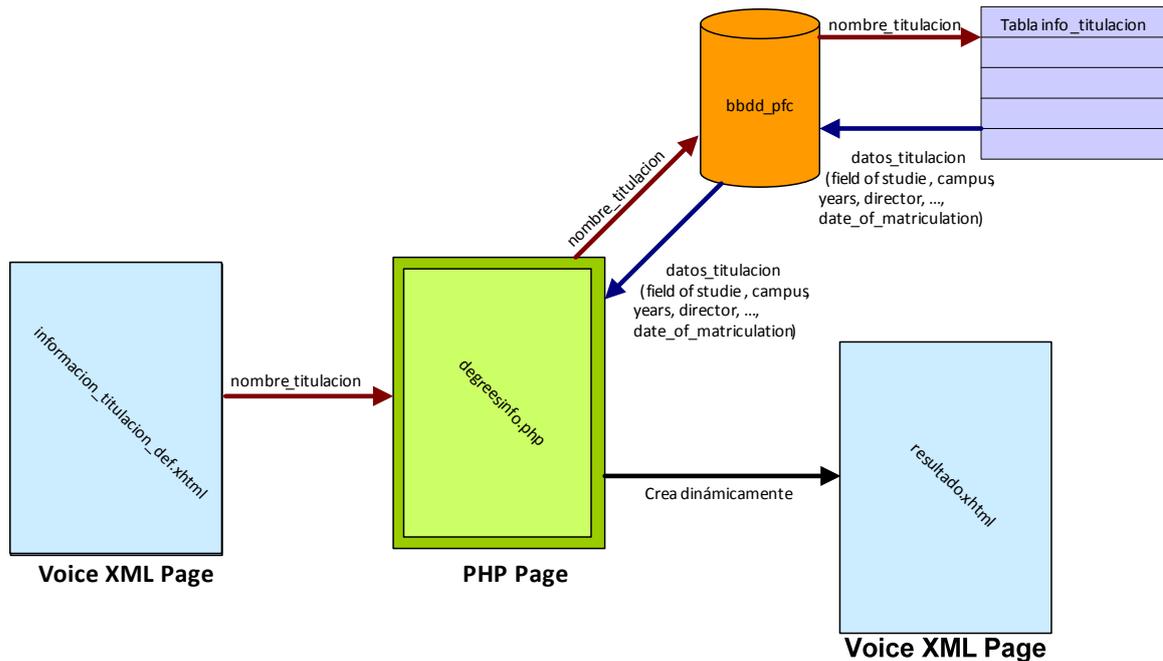


Figura 35. Esquema del funcionamiento del Módulo 1

Tal y como muestra la Figura 35, en la primera página (*información_titulación_def.xhtml*) se ofrece al usuario la posibilidad de introducir una de las titulaciones que se ofrecen en la lista, de las cuales podrá obtener información finalmente.

Tras seleccionar el *nombre_titulación* correspondiente a la titulación de la que se quiere obtener información el sistema redirige a una página php (*degreesinfo.php*), a través de la cual se hará la correspondiente consulta en la base de datos y se creará dinámicamente una nueva página Voice XML.

Con el *nombre_titulación* seleccionado por el usuario se accede a la base de datos común en todo el proyecto (*bdd_pfc*) y se accede a la tabla *info_titulacion*, cuya estructura muestra la Figura 36.

	Campo	Tipo	Cotejamiento
<input type="checkbox"/>	bachelor_m	varchar(30)	utf8_spanish2_ci
<input type="checkbox"/>	bachelor	varchar(50)	utf8_spanish2_ci
<input type="checkbox"/>	field_of_studie	varchar(50)	utf8_spanish2_ci
<input type="checkbox"/>	campus	varchar(50)	utf8_spanish2_ci
<input type="checkbox"/>	years	smallint(2)	
<input type="checkbox"/>	director	varchar(50)	utf8_spanish2_ci
<input type="checkbox"/>	language	varchar(50)	utf8_spanish2_ci
<input type="checkbox"/>	grupo	varchar(30)	utf8_spanish2_ci
<input type="checkbox"/>	students	mediumint(3)	
<input type="checkbox"/>	total_credits	mediumint(3)	
<input type="checkbox"/>	date_of_admision	date	
<input type="checkbox"/>	date_of_matriculation	date	

Figura 36. Tabla info_titulacion

Mediante la siguiente consulta obtenemos la titulación de la que quiere obtener información el usuario y la información relativa a dicha titulación:

```
mysql_query ("SELECT bachelor,bachelor_m,field_of_studie, campus, years, director, language, grupo, students, total_credits, date_of_matriculation, date_of_admision FROM info_titulacion where bachelor_m='$subject1' or bachelor_m='$subject'", $link);
```

De esta forma hemos obtenido toda la información que se le mostrará al usuario sobre la titulación que desea. Seguidamente, integramos código XHTML+Voice en el fichero PHP para crear dinámicamente una nueva página llamada *resultado.xhtml* en la que se mostrará la información requerida por el usuario. Esta página intermedia en PHP no es visible al usuario, sin embargo tras finalizar las operaciones incluidas en ella se redirigirá al usuario automáticamente a la página de tipo XHTML+Voice *resultado.xhtml* que si es visible al usuario y en la cual se mostrará la información que había solicitado, por lo que podremos navegar por ella utilizando la voz.

Por lo tanto, en este módulo si el usuario selecciona una titulación las únicas páginas que serán visibles para éste son *información_titulación_def.xhtml* y

resultado.xhtml, ambas de tipo XHTML+Voice y navegables mediante voz. En el ejemplo gráfico que se muestra en la Figura 37 el usuario selecciona la titulación de la lista *Journalism* y se le muestra la información relativa a dicha titulación.

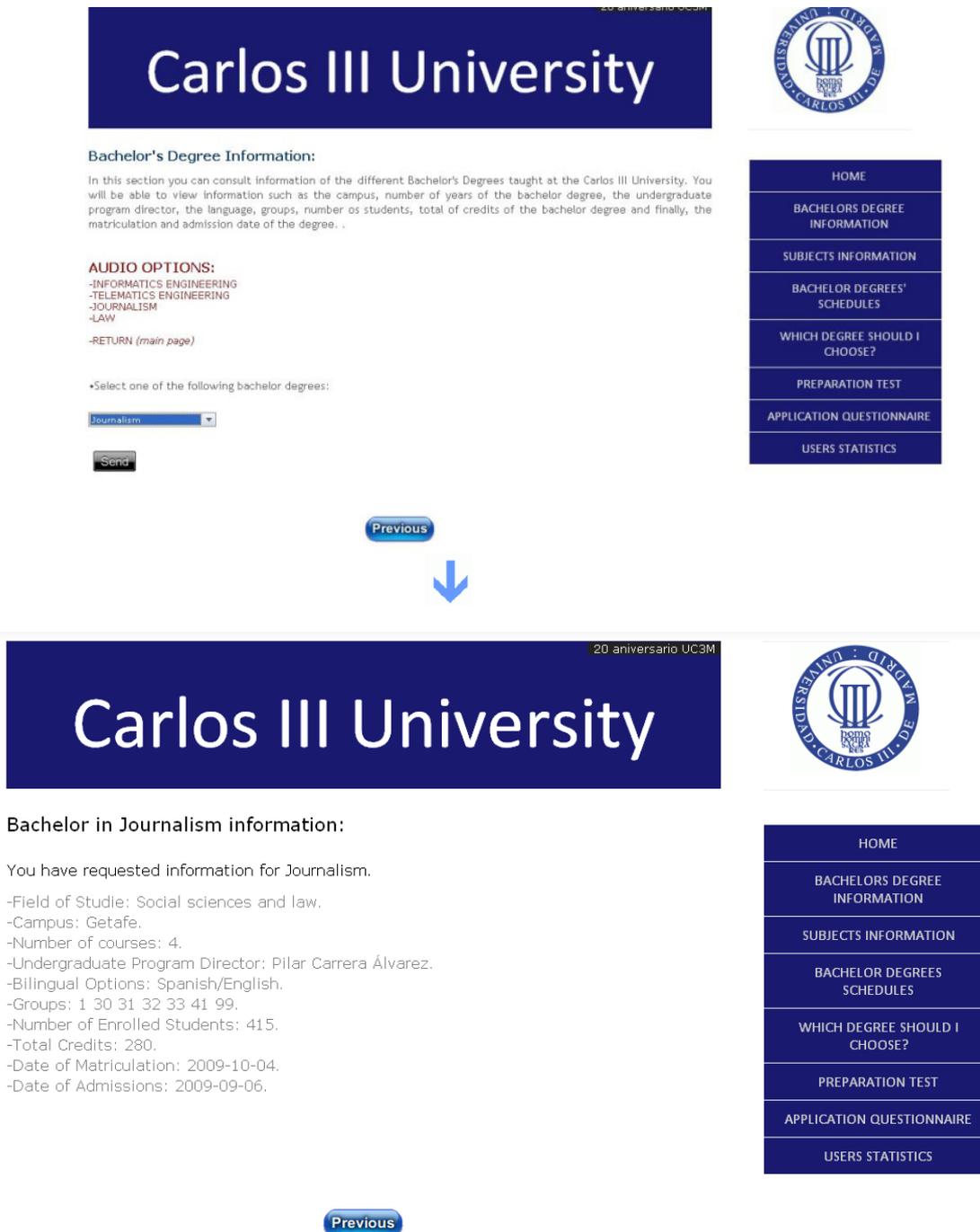


Figura 37. Esquema de funcionamiento del Módulo 1

4.3 Módulo 2: Información de Asignaturas

En este módulo se ofrece al usuario toda aquella información relacionada con cada una de las asignaturas. Para ello, el usuario debe introducir en el sistema el nombre de la asignatura de la cual desea obtener información y el sistema le mostrará una página con dicha información, tal y como describe la Figura 38.

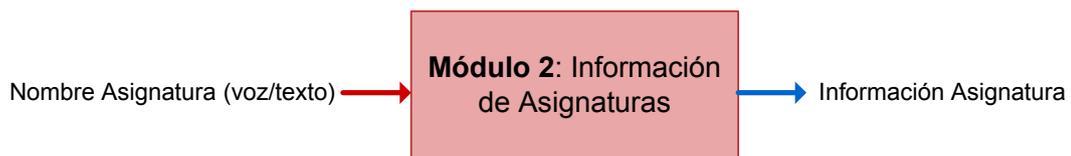


Figura 38. Diagrama básico del funcionamiento del Módulo 2

La información que se incluye de la asignatura es la siguiente:

- Código de la asignatura.
- Tipo de asignatura (troncal, optativa, libre elección).
- Director de la asignatura.
- Curso en el que se imparte dicha asignatura.
- Cuatrimestre en el que se imparte dicha asignatura.
- Curso académico relativo a la información.
- Programa asignatura.
- Sistema de evaluación de la asignatura.
- Bibliografía necesaria y recomendada.

En la Figura 39 se muestra un esquema del funcionamiento del módulo 2, en el cual se detalla la navegación entre páginas, el flujo de datos entre las mismas y los accesos a la base de datos.

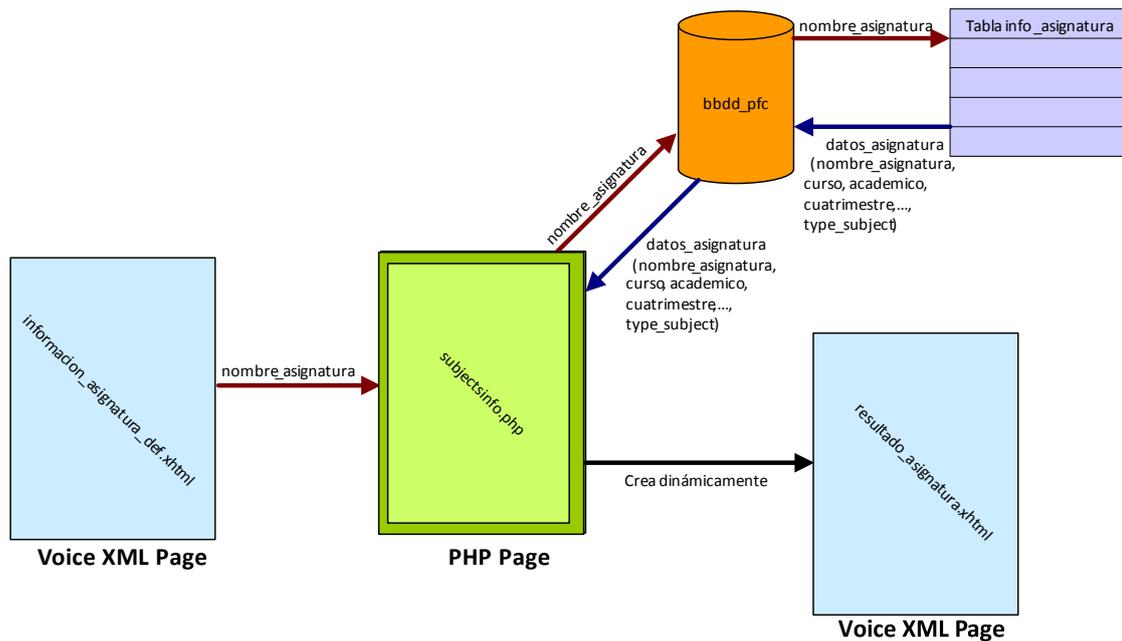


Figura 39. Esquema del funcionamiento del Módulo 2

En la primera página (*información_asignatura_def.xhtml*) se ofrece al usuario la posibilidad de introducir una de las asignaturas que se ofrecen en la lista, de las cuales podrá obtener información finalmente.

Tras seleccionar el *nombre_asignatura* correspondiente a la asignatura de la que se quiere obtener información el sistema redirige a una página php (*subjectsinfo.php*), a través de la cual se hará la correspondiente consulta en la base de datos y se creará dinámicamente una nueva página XHTML+Voice con la información solicitada.

Con el *nombre_asignatura* seleccionado por el usuario se accede a la base de datos común en todo el proyecto (*bdd_pfc*) y se accede a la tabla *info_asignatura*, cuya estructura muestra la Figura 40.

	Campo	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo
<input type="checkbox"/>	cod_asignatura	varchar(20)	utf8_spanish2_ci		No
<input type="checkbox"/>	nombre_asignatura	varchar(30)	utf8_spanish2_ci		No
<input type="checkbox"/>	asignatura	varchar(30)	utf8_spanish2_ci		No
<input type="checkbox"/>	curso	smallint(1)			No
<input type="checkbox"/>	curso_academico	varchar(15)	utf8_spanish2_ci		No
<input type="checkbox"/>	cuatrimestre	smallint(6)			No
<input type="checkbox"/>	prof_coordinador	varchar(50)	utf8_spanish2_ci		No
<input type="checkbox"/>	cont_programa	longtext	utf8_spanish2_ci		No
<input type="checkbox"/>	sist_evaluacion	longtext	utf8_spanish2_ci		No
<input type="checkbox"/>	bibliografia	longtext	utf8_spanish2_ci		No
<input type="checkbox"/>	type_subject	varchar(20)	utf8_spanish2_ci		No

Figura 40. Tabla info_asignatura de la base de datos de la aplicación

Mediante la siguiente consulta obtenemos la titulación de la que quiere obtener información el usuario y la información relativa a dicha titulación:

```
mysql_query("SELECT cod_asignatura, nombre_asignatura, curso, curso_academico,
cuatrimestre, prof_coordinador, cont_programa, sist_evaluacion, bibliografia,
type_subject, asignatura FROM info_asignatura where nombre_asignatura='$subject1'
or nombre_asignatura='$subject'", $link);
```

De esta forma hemos obtenido toda la información que se le mostrará al usuario sobre la asignatura de la cual desea obtener información. Seguidamente, integramos código XHTML+Voice en el fichero PHP para crear dinámicamente una nueva página llamada *resultado_asignatura.xhtml* en la que se mostrará la información requerida por el usuario. Esta nueva página, al igual que la primera, será de tipo XHTML+Voice, por lo que podremos navegar por ella utilizando la voz. Al igual que en el módulo 1, esta página intermedia en PHP no será visible para el usuario, sin embargo tras finalizar las operaciones correspondiente se redirigirá a la página de tipo XHTML+Voice *resultado_asignatura.xhtml* que sí será visible al usuario y en la cual se mostrará la información que había solicitado el usuario. Por lo tanto, en este módulo, si el usuario selecciona una asignatura, las únicas páginas que serán visibles para éste son

información_asigantura_def.xhtml y resultado_asignatura.xhtml, ambas de tipo Voice XML y navegables mediante voz.

En el ejemplo gráfico mostrado en la Figura 41 el usuario selecciona la asignatura de la lista Artificial Intelligence y se le muestra la información relativa a dicha asignatura.

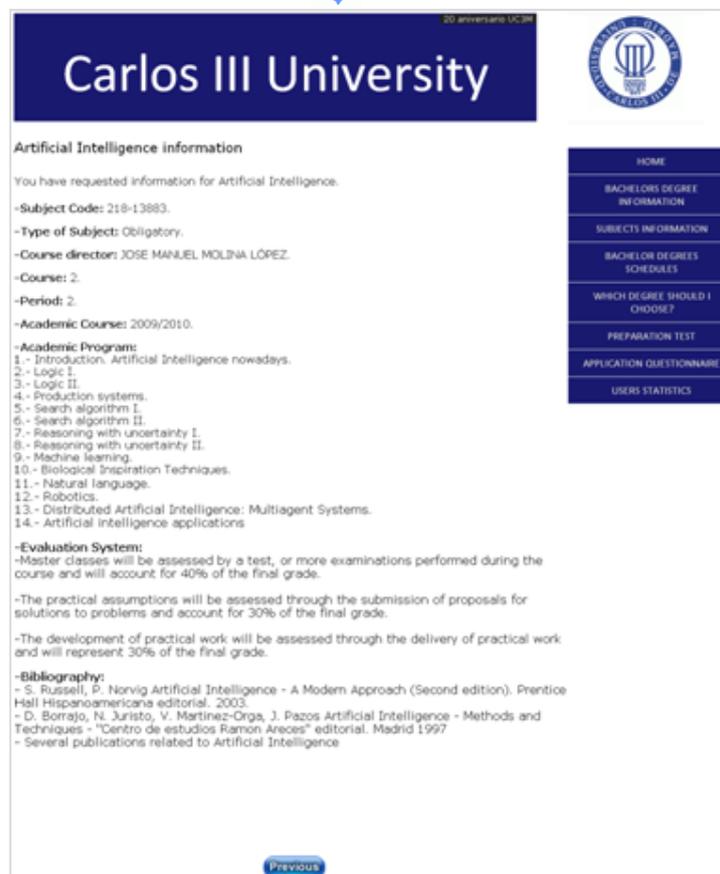
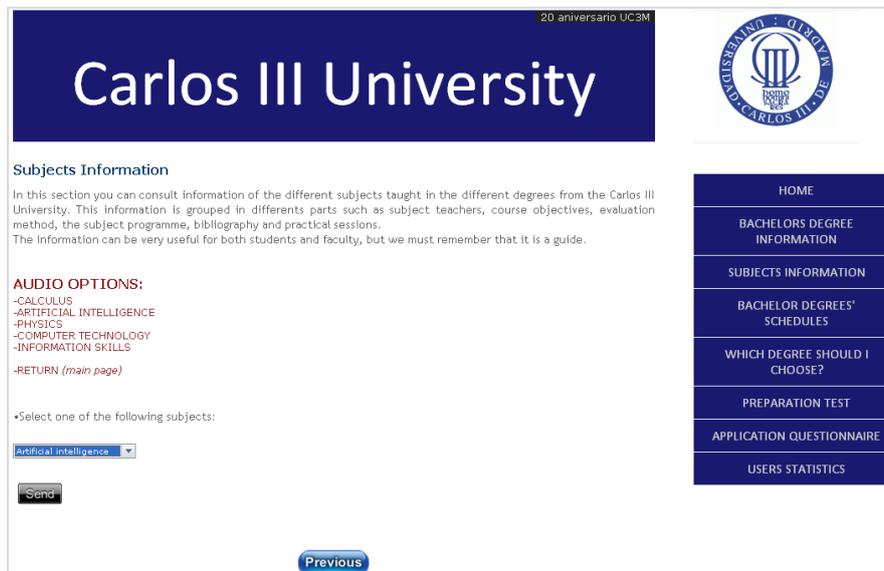


Figura 41. Captura de páginas mostrando el funcionamiento del módulo 2

4.4 Módulo 3: Horarios titulaciones de grado

En este módulo se facilita al usuario los horarios de las titulaciones de grado. Para ello, se deberá introducir en el sistema el nombre de la titulación de la cual desea obtener el horario, así como el curso, número de grupo y cuatrimestre y el sistema le mostrará una página con el horario, tal y como muestra la Figura 42.

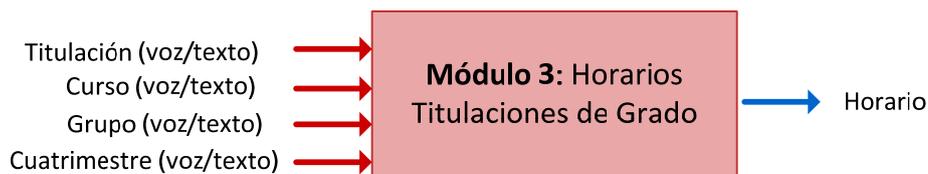


Figura 42. Diagrama básico del funcionamiento Módulo 3

Los horarios proporcionados por el sistema incluyen todos los días lectivos de la semana, y por cada día se muestran las asignaturas que se imparten, junto con la franja horaria en la que se imparte dicha asignatura.

En la Figura 43 se muestra un esquema del funcionamiento del módulo 3, en el cual se detalla la navegación entre páginas, el flujo de datos entre las distintas páginas (datos de entrada y salida) y accesos a la base de datos.

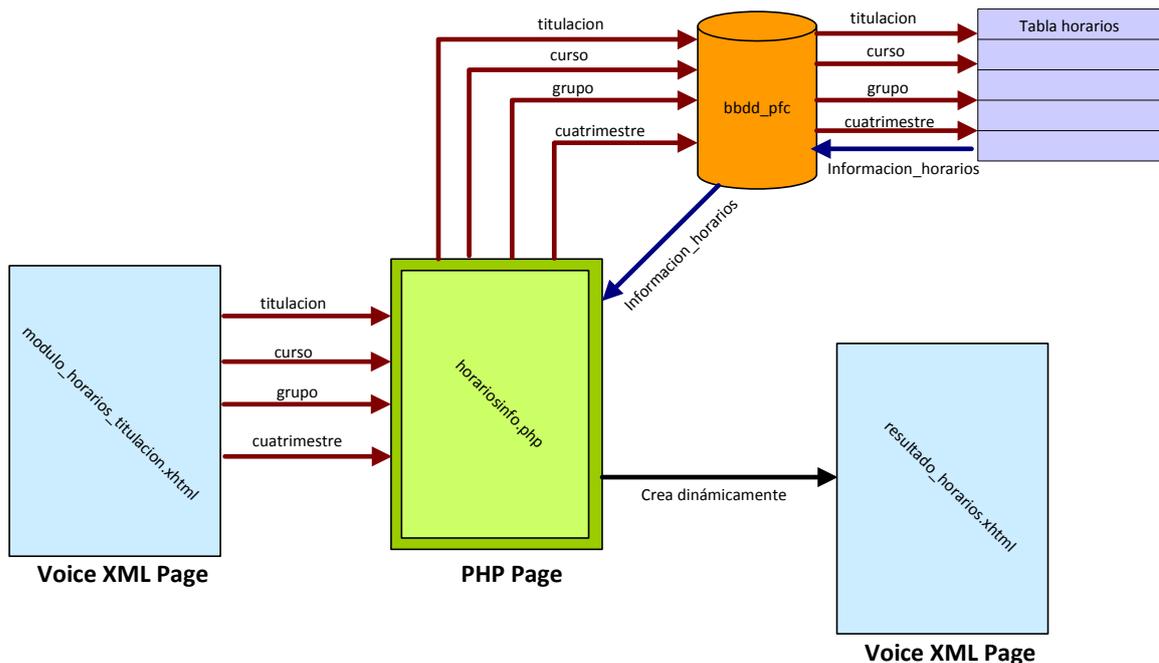


Figura 43. Esquema del funcionamiento Módulo 3

En la primera página (*modulo_horario_titulacion.xhtml*) se ofrece al usuario la posibilidad de introducir una titulación (*titulacion*), curso (*curso*), grupo (*grupo*) y cuatrimestre (*cuatrimestre*) con el fin de obtener el horario correspondiente.

Tras seleccionar mediante voz las distintas opciones de los campos anteriormente descritos, se redirige a una página php (*horariosinfo.php*), a través de la cual se hará la correspondiente consulta en la base de datos y se creará dinámicamente una nueva página Voice XML con el horario solicitado.

Con los campos titulación, curso, grupo y cuatrimestre introducidos por el usuario se accede a la base de datos común en todo el proyecto (*bbdd_pfc*) y selecciona la tabla *horarios*, cuya estructura se muestra en la Figura 44.

	Campo	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo
<input type="checkbox"/>	<u>nombre_titulacion</u>	varchar(30)	latin1_swedish_ci		No
<input type="checkbox"/>	<u>curso</u>	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No
<input type="checkbox"/>	<u>grupo</u>	int(3)			No
<input type="checkbox"/>	<u>cuatrimestre</u>	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No
<input type="checkbox"/>	<u>informacion_horarios</u>	longtext	latin1_swedish_ci		No

Figura 44. Tabla horarios

Mediante la siguiente consulta obtenemos el horario deseado por el usuario:

```
mysql_query("SELECT informacion_horarios FROM horarios WHERE
(nombre_titulacion='$subject' or nombre_titulacion='$subject1') and (curso='$course' or
curso='$course1') and (grupo='$group' or grupo='$group1') and (cuatrimestre='$period'
or cuatrimestre='$period1')", $link);
```

De esta forma hemos obtenido toda la información que se le mostrará al usuario sobre el horario que deseaba visualizar. Seguidamente, integramos código XHTML+Voice en el fichero PHP para crear dinámicamente una nueva página llamada *resultado_horarios.xhtml*. Está nueva página, al igual que la primera, será de tipo XHTML+Voice, por lo que podremos navegar por ella utilizando la voz. Las únicas páginas visibles para el usuario en este módulo son *modulo_horario_titulacion.xhtml* y

resultado_horarios.xhtml, ambas de tipo XHTML+Voice y, por tanto, navegables mediante voz.

En el ejemplo gráfico mostrado en la Figura 45, el usuario selecciona *Journalism*, *Second Course*, *33* y *Second* de entre todas las opciones posibles y la aplicación le muestra los horarios correspondientes.

The image shows two screenshots of the Carlos III University website. The top screenshot displays the 'Bachelor Degrees' Schedules' selection interface. It includes a header with the university name and logo, a navigation menu on the right, and a main content area with the following text: 'Bachelor Degrees' Schedules: In this section you can consult the schedules of the different bachelor's degrees. You must select the bachelor degree, the course, the group and the period of the course. These schedules are approximate and may be modified at any time. In this case the administration of the campus would advise all the students involved in the change. .'. Below this text are four selection steps: 1. 'Select one of the following bachelor's degrees: Journalism Politics' with 'Journalism' selected in a dropdown. 2. 'Select one of the following courses: First Course Second Course' with 'Second Course' selected in a dropdown. 3. 'Select one of the following groups: 31 33 47 48' with '33' selected in a dropdown. 4. 'Select the four-month period: First Second' with 'Second' selected in a dropdown. A 'Send' button is at the bottom. The bottom screenshot shows the resulting schedule for the selected options. It includes the same header and navigation menu. The main content area lists the schedule by day: **Lunes:** -Técnicas de expresión oral y escrita (9:00-10:30) -¿Qué futuro del mundo nos espera: Sociedad y Medioambiente (11:00-13:00) **Martes:** -Metodologías de Investigación en Periodismo (9:00-11:00) -Lengua Española Aplicada a los Medios (11:00-13:00) -Las Estructuras del Mundo (13:00-14:00) **Miércoles:** -Técnicas de Expresión Oral y Escrita (9:00-11:00) -Radio Informativa (11:00-13:00) **Jueves:** -Historia de España (9:00-11:00) **Viernes:** -Derecho de la Información en Contextos Multimedia e Interactivos (9:00-11:00)

Figura 45. Captura de páginas mostrando el funcionamiento del módulo 3

4.5 Módulo 4: ¿Qué titulación de grado debo elegir?

Para obtener algunas de las preguntas de este cuestionario nos hemos basado en un test de 72 preguntas llamado *Career Orientation Test* [29] mediante el cual se ayuda al usuario a elegir la titulación que mejor se adapta a sus preferencias.

El test FPYC (Future Proof Your Career) es un test de orientación universitaria cuyo objetivo es ayudar al estudiante a elegir una titulación que le ayude de cara al futuro a encontrar un trabajo gratificante y en el que pueda desarrollar sus conocimientos y habilidades de la mejor forma posible. Este test recoge las últimas tendencias del mundo laboral y está diseñado con los últimos conocimientos psicométricos existentes y todo su contenido ha sido aprobado por una persona doctorada en ciencias sociales.

El test de orientación universitaria consiste en responder un conjunto de preguntas cuidadosamente elaboradas sobre la personalidad, preferencias y gustos profesionales y conocimientos universitarios. Con el fin de obtener los resultados más exactos, es imprescindible que el usuario conteste a las preguntas de la manera más espontánea y honesta posible.

La finalidad de este módulo es ayudar a aquellos futuros alumnos que aún tengan dudas sobre que titulación deben elegir. Por tanto, está diseñado para ser un mecanismo de ayuda y orientación para aquellos alumnos que, aun estando preparados para tomar la difícil decisión de que titulación elegir, tengan estas dudas.

Para ello el usuario debe responder a 20 cuestiones de ámbito académico, laboral y relativas a sus preferencias personales. El sistema, tras un análisis llevado a cabo mediante un algoritmo interno, le mostrará la titulación o titulaciones que mejor se adapten a sus respuestas, tal y como describe la Figura 46.

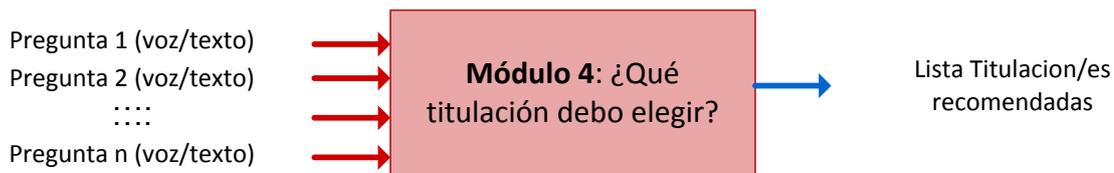


Figura 46. Diagrama básico del funcionamiento Módulo 4

A continuación mostramos un ejemplo del funcionamiento de este módulo:

- *Pregunta 1: In High School have you done the social sciences bachelor's degree or the pure sciences one?*
 - A) Social Sciences bachelors degree
 - B) Pure Sciences bachelor's degree

Respuesta 1: **B (Pure Sciences bachelor's degree)**
- *Pregunta 2: Select your favourite branch of knowledge:*
 - A) Social Sciences
 - B) Legal Sciences
 - C) Art
 - D) Human Studies
 - E) Engineering

Respuesta 2: **E (Engineering)**
- *Pregunta 3: Select one of the following high school subjects:*
 - A) Mathematics
 - B) Physics
 - C) Literature
 - D) Economics
 - E) History
 - F) Biology
 - G) Chemistry
 - H) Philosophy
 - I) Computing

Respuesta 3: **I (Computing)**

- *Pregunta 4: Select one of the following hobbies:*

- A) Television
- B) Cinema
- C) Radio
- D) Computers
- E) Videogames
- F) Books and Literature
- G) Electronic
- H) Tourism and travels
- I) Mechanical
- J) Politic
- K) Laws

Respuesta 4: E (Videogames)

- *Pregunta 5: Generally, to solve a problem:*

- A) I try to solve it point by point in a systematic manner
- B) I try to approach the problem in an innovative manner

Respuesta 5: A (I deal with it point by point in a systematic manner)

- *Pregunta 6: I like doing manual activities:*

- A) Not at all
- B) Very little
- C) Quite enough
- D) A lot

Respuesta 6: B (Vey little)

- *Pregunta 7: I have a strong sense of authority and I like being in charge.*

- A) Not at all
- B) Very little
- C) Quite enough
- D) A lot

Respuesta 7: C (Quite enough)

- *Pregunta 8: For me it is more important:*
 - A) To have ambitious projects, that are sometimes risky
 - B) To have a job where I am in contact with other people

*Respuesta 8: **A (have ambitious projects, that are sometimes risky)***

- *Pregunta 9: I would most like choose a career:*
 - A) where I would be called on as an expert to carry out investigations
 - B) where I would implement a methodical approach to work.

*Respuesta 9: **A (where I would be called on as an expert to carry out investigations)***

- *Pregunta 10: I would like to have an intership in:*
 - A) an innovative start up company
 - B) the research department of a multi-national company.

*Respuesta 10: **A (an innovative start up company)***

- *Pregunta 11: To convince someone it is important to:*
 - A) have some imagination to give relevant example
 - B) have a thorough knowledge of one's subject

*Respuesta 11: **B (have a thorough knowledge of one's subject)***

- *Pregunta 12: I like doing manual activities:*
 - A) Not at all
 - B) Very little
 - C) Quite enough
 - D) A lot

*Respuesta 12: **C (Quite enough)***

- *Pregunta 13: I prefer:*
 - A) Stability
 - B) Taking initiatives and risks

Respuesta 13: B (Taking initiatives and risks)

- *Pregunta 14: For me, meetings are a way to:*
 - A) Build good rapport with my colleagues
 - B) find new ideas, ways of working

Respuesta 14: B (find new ideas, ways of working)

- *Pregunta 15: As a team leader. my main concern would be*
 - A) To be efficient to show initiative
 - B) to have everybody make progress

Respuesta 15: A (To be efficient to show initiative)

- *Pregunta 16: I lead a small or medium sized company. My priority is:*
 - A) To lead all the company services
 - B) to make sure that people have the opportunity to develop themselves

Respuesta 16: B (to make sure that people have the opportunity to develop themselves)

- *Pregunta 17: To prepare a presentation o report*
 - A) I pay more attention to the way it looks and sounds
 - B) I check the accuracy of the data

Respuesta 17: B (I pay more attention to the way it looks and sounds)

- *Pregunta 18: I would rather*
 - A) lead a project, manage a team of technicians
 - B) work on a complex project that demands a high level of precision

Respuesta 18: B (work on a complex project that demands a high level of precision)

- *Pregunta 19: I always take time to*
 - A) broaden my knowledge and develop my skills
 - B) share my know-how with those who need help

Respuesta 19: A (broaden my knowledge and develop my skills)

- *Pregunta 20: With equal pay, I would choose a job that would allow me to*
 - A) coordinate a team and lead projects
 - B) travel and negotiate with various parties

Respuesta 20: B (travel and negotiate with various parties)

En función de estas respuestas elegidas se recomendarían las siguientes titulaciones:

Bachelor Degree in Communication System Engineering.

Bachelor Degree in Informatics Engineering.

Bachelor Degree in Mechanical Engineering.

A través de la página de XHTML+Voice *ayuda_elegir_grado.xhtml* el usuario puede completar el cuestionario de 20 preguntas descrito en el ejemplo anterior. Tras rellenar el cuestionario mediante la voz o ratón se redirigirá a una página PHP (*ayuda_elegir_grado.php*) a través de la cual se realizarán las consultas en la base de datos y se creará una nueva página dinámicamente de tipo XHTML+Voice.

Cada una de las respuestas de cada una de las 20 cuestiones tiene asignada una valoración numérica. Por ello, cada cuestión aporta una puntuación diferente en función de la respuesta elegida por el usuario. Según se analizan cada una de las 20 respuestas, almacenamos en la variable *suma_total* la suma acumulada de cada una de las 20 cuestiones. En función de esa suma total se seleccionarán de la tabla *resultados* una o varias titulaciones que se corresponden con las que mejor se adaptan a las preferencias del usuario que ha completado el cuestionario. En el caso de que el valor de *suma_total* no se encuentre en la base de datos significa que no existe ninguna titulación que se

corresponda con las preferencias del usuario. Para seleccionar la titulación o titulaciones que mejor se adaptan al usuario se realiza la siguiente consulta:

```
$result4 = mysql_query("SELECT DISTINCT titulacion FROM resultados WHERE ((suma>='$suma_total') && (suma<='$suma_total1'))", $link);
```

La Figura 47 muestra una captura de pantalla de un fragmento de la tabla *resultados* de la base de datos *bbdd_pfc*:

<input type="checkbox"/>			Bachelor degree in Journalism	2393
<input type="checkbox"/>			Bachelor dregree in tourism	2395
<input type="checkbox"/>			Bachelor Degree in Law	2398
<input type="checkbox"/>			Bachelor degree in Informatics Engineering	2412
<input type="checkbox"/>			Bachelor degree in Informatics Engineering	2414
<input type="checkbox"/>			Bachelor degree in Mechanical Engineering	2414

Figura 47. Tabla resultados titulación

Si la *suma_total* obtenida hubiese sido **2414** el resultado mostrado en pantalla sería:

- Bachelor Degree in Informatics Engineering.
- Bachelor Degree in Mechanical Engineering.

En el caso de que la suma hubiese sido **2268** el resultado hubiese sido: *It has been impossible to find the bachelor/s degree which best suits to you*, es decir, que no se ha encontrado ninguna titulación en función de las respuestas seleccionadas por el usuario.

La página PHP *ayuda_elegir_grado.php* contiene además el código encargado de crear dinámicamente la página XHTML+Voice con los resultados que se le mostrarán al usuario (*resultado_elegir_grado.xhtml*).

En la Figura 48 se muestra un esquema del funcionamiento del módulo 4, en el cual se detalla la navegación entre páginas, el flujo de datos entre las distintas páginas (datos

de entrada y salida), entre páginas y bases de datos y los accesos a la base de datos y a las tablas de la misma.

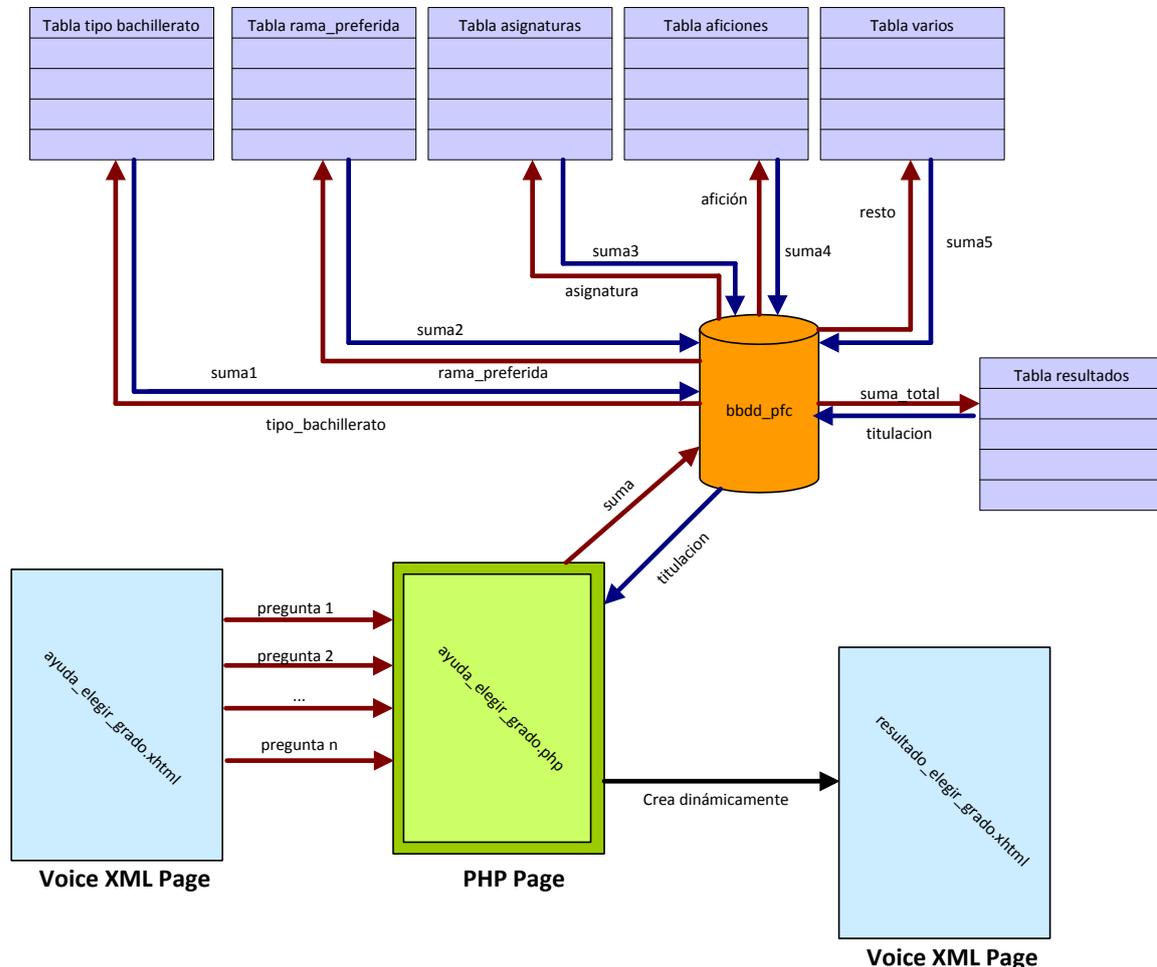


Figura 48. Esquema del funcionamiento módulo 4

4.6 Módulo 5: Test de Motivación Vocacional

Los constantes cambios en el mundo laboral y académico conllevan que el número de transiciones y cambios en la vida profesional de las personas se sucedan a lo largo de toda su vida. Por ello, es importante la calidad de las decisiones tomadas durante estas transiciones tanto para el sujeto como para la sociedad. De este modo, uno de los objetivos fundamentales de la orientación vocacional es la de facilitar el desarrollo de

competencias decisionales y, en particular, ayudar a solventar, superar y prevenir las dificultades que se pueden encontrar en el camino.

Tradicionalmente la indecisión se ha observado como un problema puntual y desde una perspectiva negativa. Actualmente, no sólo se considera como una fase (frente a un estado) más en el proceso de desarrollo, sino una situación que forma parte natural e incluso recomendable del proceso decisional, una fase de mayor apertura a la exploración vocacional.

El módulo que se presenta en esta sección está basado en un proyecto de investigación de la profesora Sara Lozano [7]. El objetivo de esta investigación es adaptar y validar un instrumento diagnóstico sobre las dificultades en los procesos implicados en la toma de decisiones vocacionales, analizando la falta de motivación, la indecisión, las dificultades a la hora de auto-conocerse, de buscar información y de resolver conflictos internos y externos.

Dicha escala está basada en el Career decision-making difficulties [48]. Los destinatarios fundamentales de dicho instrumento son todos aquellos que ejercen como orientadores profesionales y que tienen entre sus funciones las de favorecer el desarrollo personal y profesional de sus clientes. Las principales categorías que se enumeran en este estudio para clasificar las dificultades en la toma de decisiones son:

- **Falta de voluntad.** Incluye otros factores como falta de motivación e indecisión generalizada.
- **Falta de información.** Esta categoría incluye tres subcategorías: falta de información sobre uno mismo, falta de información sobre las ocupaciones y falta de información sobre los modos y métodos para obtener información adicional.
- **Información inconsciente.** En la última categoría principal, se distinguen tres subcategorías: información que no es fiable, conflictos internos (incluye

conflictos y lucha de intereses internos del propio individuo) y conflictos externos (que incluye la influencia de otros significativos).

Este modelo de evaluación de la motivación ha sido validado con una muestra de 2.783 estudiantes procedentes de 18 centros educativos de Madrid capital, con edades comprendidas entre los 14 y 18 años, de los cuales el 42,5% eran varones y el 57,5% mujeres. El tipo de muestreo fue no probabilístico, sino estratégico en función de las etapas educativas seleccionadas. En función del nivel educativo los alumnos se distribuyeron entre los cursos de 3º Educación Secundaria Obligatoria (23,7%), 4º de ESO (38,5%), 1º Bachillerato (19,9%), 2º Bachillerato (12,7%) y Ciclos Formativos de Grado Medio (4,7%). Es decir el 62,2% de los alumnos estaban definiendo sus futuras decisiones académicas durante la ESO y será en 4º de ESO cuando tengan que elegir entre las diferentes opciones que se le plantean, el 32,6% (16-18 años) ha dado un paso más en su carrera académica y el 4,7% afirma que tienen decidida su opción académica profesional.

Para la descripción de la muestra se utilizaron además algunas cuestiones vocacionales entre las que cabe destacar que el 68% de los estudiantes afirmaron que les resultaba difícil tomar sus decisiones profesionales. Además, en el momento de la evaluación, el 48,9% de los encuestados afirmó que le gustaría recibir más información para tener más seguridad en sus decisiones profesionales.

La aplicación desarrollada para este módulo incluye un cuestionario con 27 preguntas, que se le plantean al usuario en el test de la página *test_preparacion.xhtml*. Se trata de una página de tipo XHTML+Voice, mediante la cual el usuario puede navegar y responder a todas las preguntas. Una vez completado el test, se redirige a una página PHP (*test_preparacion.php*) donde se calcula el resultado del test y se genera una nueva página dinámica de tipo XHTML+Voice en la que se muestra el resultado obtenido, tal y como muestra la Figura 49.

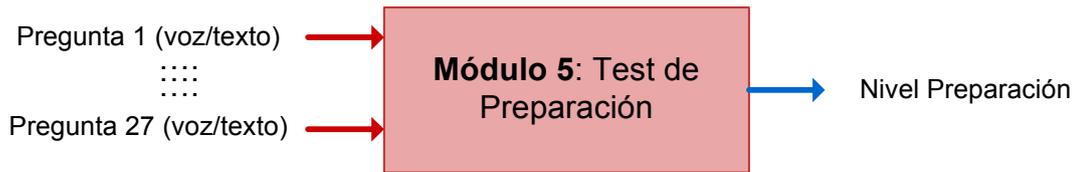


Figura 49. Diagrama básico del funcionamiento Módulo 5

Cada pregunta del test se valora numéricamente de 1 a 7, donde 1 significa totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo. Internamente en la página PHP se suman los resultados de cada una de las preguntas. La máxima valoración que se podría obtener en el test es 189 (7 de valoración máxima por 27 preguntas), mientras que el mínimo es 27 (1 de valoración mínima por las 27 preguntas) en caso de que se responda a todas las preguntas.

Tras calcular la suma internamente en la página PHP *test_preparacion.php* se realiza una consulta sobre la tabla *test_preparacion* de la base de datos *bbdd_pfc*. El sistema muestra al usuario una de las siguientes respuestas en función de la calificación obtenida en el test realizado:

- Si la suma está comprendida entre 0 y 26 el sistema mostrará:

You must fill in all the fields of the test so that the questionnaire is valid. Press or say "return" to go to the previous page and complete the test (Usted debe rellenar todos los campos del cuestionario para que este sea válido). Significa que el usuario no ha completado el test correctamente y que alguna de las preguntas no ha sido contestada. El usuario deberá pulsar sobre el botón Previous o bien decir por el micrófono Return para regresar a la página anterior y completar el test correctamente.

- Si la suma está comprendida entre 27 y 110 el sistema mostrará:

At this time you are not ready to select a bachelor degree. (En este momento no está preparado para elegir una titulación de grado). Significa que el usuario aún no está suficientemente preparado para afrontar la difícil decisión de elegir una titulación de nuestra universidad.

- Si la suma está comprendida entre 110 y 130 el sistema mostrará:

You still have serious doubts and should think seriously before choosing a bachelor degree (Usted todavía tiene serias dudas y debería reflexionar seriamente antes de elegir una titulación). Implica que el alumno todavía no está completamente preparado para elegir una carrera y debe reflexionar un tiempo antes de tomar la decisión.

- Si la suma está comprendida entre 130 y 189 el sistema mostrará:

You have very clear ideas and are fully prepared to choose a bachelor degree (Usted tiene las ideas muy claras y está completamente preparado para elegir una titulación). Significa que el alumno está plenamente capacitado para elegir una carrera o titulación de grado.

En la Figura 50 se muestra un esquema del funcionamiento del módulo 5, en el cual se detalla la navegación entre páginas, el flujo de datos entre las distintas páginas (datos de entrada y salida), entre páginas y bases de datos y los accesos a la base de datos y a las tablas de la misma.

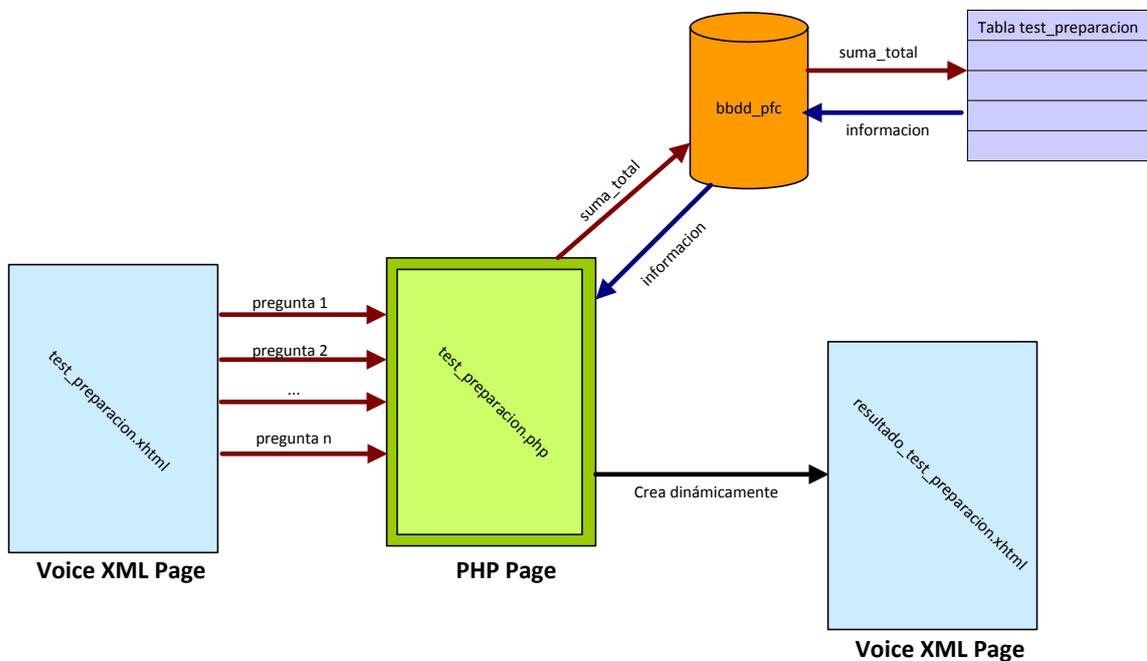


Figura 50. Esquema del funcionamiento módulo 5

En la Figura 51 se muestra un ejemplo de las páginas visualizadas por el usuario durante su interacción en el módulo 5.

The figure displays two screenshots of the Carlos III University website interface, connected by a downward-pointing blue arrow. Both screenshots feature a dark blue header with the university's name and logo, and a vertical navigation menu on the right side.

Top Screenshot (Pre-test page):

- Header: "20 aniversario UC3M" and "Carlos III University".
- Section: "Are you ready to choose a bachelor degree?".
- Text: "By the completion of the following test, you will be able to check if you are prepared to decide which university degree/course to study."
- Instruction: "Select a value between 1 and 7, where 1 means you **totally disagree** and 7 means you **totally agree**".
- Five numbered statements with radio button options (1-7):
 - 1.-I know that I have to make a decision about my academic future, but I have no motivation to do it now.
 - 2.-I think that I don't have to choose my career path now, time will guide me towards the correct choice.
 - 3.-Normally I find it hard to make decisions.
 - 4.-Normally I feel that I need the support and help of others to make decisions.
 - 5.-Normally I'm afraid to fail.
- Navigation menu: HOME, BACHELORS DEGREE INFORMATION, SUBJECTS INFORMATION, BACHELOR DEGREES' SCHEDULES, WHICH DEGREE SHOULD I CHOOSE?, PREPARATION TEST, APPLICATION QUESTIONNAIRE, USERS STATISTICS.

Bottom Screenshot (Test Result page):

- Header: "20 aniversario UC3M" and "Carlos III University".
- Section: "Test Result".
- Text: "Below are the results of the test you have just made. These results are indicative and its sole purpose is to help students in the difficult decision to choose a bachelor's degree."
- Results: "You obtain 166 of 189 points possible." and "You have very clear ideas and are fully prepared to choose a bachelor degree."
- Navigation: "Previous" button.
- Navigation menu: HOME, BACHELORS DEGREE INFORMATION, SUBJECTS INFORMATION, BACHELOR DEGREES' SCHEDULES, WHICH DEGREE SHOULD I CHOOSE?, PREPARATION TEST, APPLICATION QUESTIONNAIRE, USERS STATISTICS.

Figura 51. Captura de páginas mostrando el funcionamiento del módulo 5

4.7 Módulo 6: Cuestionario sobre la aplicación

La finalidad de este módulo es permitir que los usuarios faciliten su evaluación subjetiva sobre la interacción que han llevado a cabo con la aplicación. Las preguntas que incluye este test han sido obtenidas del estudio presentado en el artículo [49]. De este cuestionario nos han sido muy útiles las diferentes preguntas o cuestiones cuya finalidad es valorar un sistema de diálogo multimodal. El cuestionario mide principalmente dos tipos de parámetros: parámetros de interacción y juicios de calidad. Los parámetros de interacción se han empleado para medir el rendimiento del sistema (número de errores que se han producido durante el diálogo) y el transcurso del diálogo (duración del diálogo).

Estas medidas permiten llevar a cabo diferentes estudios sobre el rendimiento y fiabilidad del sistema, así como descubrir puntos de interacción que podrían ser mejorados. Aunque los parámetros de interacción son un buen indicador para evaluar la calidad de la interacción, éstos no proporcionan necesariamente información fiable sobre la satisfacción del usuario con el sistema. Por lo tanto, es necesario realizar una evaluación subjetiva que permita juzgar la calidad del sistema registrando la opinión y el grado de satisfacción de los usuarios con el sistema.

El cuestionario desarrollado para este módulo consta de 12 preguntas. Cada pregunta consta de 5 posibles respuestas en las que el usuario solo podrá elegir una de ellas, y a las que se le asigna un valor entre 1 y 5 (donde 1 se corresponde con la primera respuesta, 2 con la segunda, 3 con la tercera, 4 con la cuarta y 5 con la quinta). Hemos decidido que el cuestionario para valorar la aplicación web contenga sólo este número de preguntas con el objetivo de que éste sea corto, intuitivo y fácil de rellenar por parte del usuario. De esta forma es más asequible convencer al usuario para que realice el cuestionario y pueda valorar la aplicación.

La página para rellenar el cuestionario sobre la aplicación se denomina *application_questionnaire.xhtml* y consta de las preguntas mostradas a continuación:

1.-State on a scale from 1 to 5 your previous knowledge about new technologies for information access.

1 2 3 4 5

2.-State on a scale from 1 to 5 your previous experience using Opera Voice or similar systems.

1 2 3 4 5

3.-How many times have you used "Opera voice" before?

I have not used it before

Rarely

Sometimes

Few times

Many times

4.-How well did the system understand you?

Extremely bad

Bad

Fair

Good

Excellent

5.-How well did you understand the messages generated by the system?

Extremely bad

Bad

Fair

Good

Excellent

6.-In your opinion the interaction was...

Very Slow

Slow

Adequate

Fast

Very Fast

7.-Set the difficulty level of the system for you.

Very Easy

Easy

Regular

Difficult

Very Difficult

8.-Was it easy for you to get the information that you requested?

No, it was impossible

Yes, but with great difficulty

Yes, but with certain difficulties

Yes, it was easy

Yes, it was extremely easy

9.-Are you satisfied with the system performance?

Not satisfied at all

Not very satisfied

Indifferent

Satisfied

Very Satisfied

10.-Were you sure about what to say to the system at every moment?

No, never

No, almost never

Sometimes

Yes, almost always

Yes, always

11.-Do you believe the system behaved similarly as a human would do?

No, never

No, almost never

Sometimes

Yes, almost always

Yes, always

12.-In general terms, are you satisfied with the "Carlos III University" website?

Not at all

Rather little

Fairly

Reasonably

Very satisfied

Una vez el usuario ha completado el test (mediante voz o ratón) se redirige a la página PHP *application_questionnaire.php*. En esta página se almacenan en la base de datos tanto las estadísticas para cada una de las preguntas del cuestionario como las estadísticas globales del cuestionario sobre la aplicación.

Para calcular las estadísticas globales sobre este cuestionario se calcula en primer lugar la suma correspondiente a las respuestas del conjunto de preguntas del cuestionario. Una vez tenemos la suma calculada se accede a la base de datos *bbdd_pfc* y a la tabla *cuestionario*, cuya estructura se muestra en la Figura 52.

	Campo	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo
<input type="checkbox"/>	minimo	int(3)			No
<input type="checkbox"/>	maximo	int(11)			No
<input type="checkbox"/>	<u>valoracion</u>	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No

Figura 52. Tabla cuestionario de la base de datos de la aplicación

De esta forma, seleccionamos la fila en la que el valor *suma_total* se encuentre entre los valores mínimo y máximo y así obtener el campo *valoración* (*very poor*, *poor*,

regular, good, very good, excellent). Tras obtener este valor se devuelve a la página PHP *application_questionarie* para posteriormente actualizar en la tabla *estadisticas_website* el campo *num_veces*. Este campo es un contador en el cual se contabiliza el número de veces que se ha obtenido como resultado cada uno de los resultados o *valoración*, tal y como se muestra en la Figura 53.

	Campo	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo
<input type="checkbox"/>	<u>valoracion</u>	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No
<input type="checkbox"/>	<u>num_veces</u>	int(2)			No

Figura 53. Tabla estadísticas_web globales

Seguidamente se muestra la instrucción SQL utilizada para la actualización del campo *num_veces*:

UPDATE estadisticas_website SET num_veces = \$num WHERE valoracion = '\$row[0]'

El proceso para calcular las estadísticas para cada pregunta es muy similar al de calcular las estadísticas globales. En la tabla de la Figura 54 almacenamos las respuestas que se han dado por cada pregunta y así poder tener almacenados los datos necesarios para crear las gráficas de las Figuras 58 a 69. Además en la Figura 55 almacenamos el valor mínimo y la media por cada pregunta. De esta forma almacenamos el valor mínimo respondido por un usuario a cada pregunta, así como la media por cada pregunta.

	Campo	Tipo
<input type="checkbox"/>	<u>pregunta</u>	varchar(2)
<input type="checkbox"/>	<u>valoracion</u>	varchar(1)
<input type="checkbox"/>	<u>num_veces</u>	varchar(1)

Figura 54. Tabla estadísticas_web para cada pregunta del cuestionario sobre aplicación

	Campo	Tipo
<input type="checkbox"/>	<u>pregunta</u>	varchar(2)
<input type="checkbox"/>	<u>minimo</u>	varchar(1)
<input type="checkbox"/>	<u>media</u>	float

Figura 55. Tabla estadísticas_web para almacenar el valor mínimo y medio para cada pregunta

Realizada esta actualización, se accede a la página PHP *estadisticas.php* para generar el gráfico correspondiente a las estadísticas de todos los cuestionarios que hayan completado el mismo. En esta página PHP se accede de nuevo a la base de datos (tabla *estadisticas_website*) para consultar los valores *valoración* y *num_veces*, necesarios para generar el gráfico circular 3D. El gráfico se generará en la página PHP *grafico_tarta.php* y a través de la librería Jpgraph.

Mediante la página *estadisticas.php* se crea dinámicamente la página de tipo XHTML+Voice que finalmente verá el usuario (*resultado_estadisticas.xhtml*) tras completar el cuestionario. En esta página se informa mediante voz de la información que puede ver el usuario. En este gráfico podemos visualizar las estadísticas del total de usuarios que han completado la evaluación, así como las propias estadísticas. La Figura 56 resume el proceso descrito:

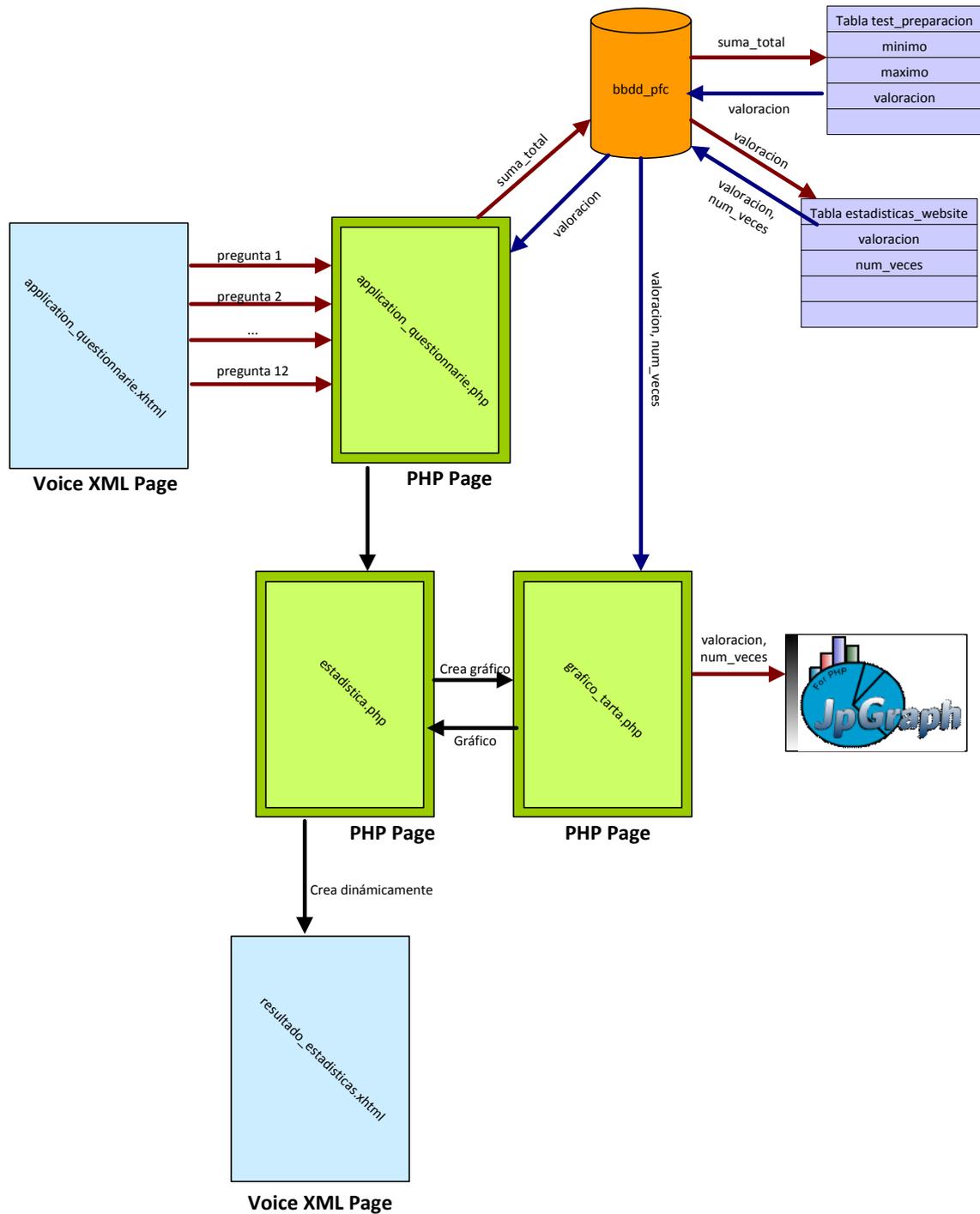


Figura 56. Esquema del funcionamiento Módulo 6

La Figura 57 resume el proceso descrito, mostrando una captura de pantalla del cuestionario de evaluación, la situación de la base de datos en el momento de la captura y la gráfica generada con las estadísticas globales que se muestran al usuario tras completar el cuestionario correctamente.

6.-In your opinion the interaction was...

Very Slow Slow Adequate Fast Very Fast

7.-Set the difficulty level of the system for you.

Very Easy Easy Regular Difficult Very Difficult

8.-Was it easy for you to get the information that you requested?

No, it was impossible Yes, but with great difficulty Yes, but with certain difficulties Yes, it was easy Yes, it was extremely easy

9.-Are you satisfied with the system performance?

Not satisfied at all Not very satisfied Indifferent Satisfied Very Satisfied

10.-Were you sure about what to say to the system at every moment?

No, never No, almost never Sometimes Yes, almost always Yes, always

11.-Do you believe the system behaved similarly as a human would do?

No, never No, almost never Sometimes Yes, almost always Yes, always

12.-In general terms, are you satisfied with the "Carlos III University" website?

Not at all Rather little Fairly Reasonably Very satisfied

←T→			valoracion	num_veces
<input type="checkbox"/>			Very Poor	2
<input type="checkbox"/>			Poor	2
<input type="checkbox"/>			Regular	4
<input type="checkbox"/>			Good	9
<input type="checkbox"/>			Very Good	3
<input type="checkbox"/>			Excellent	1

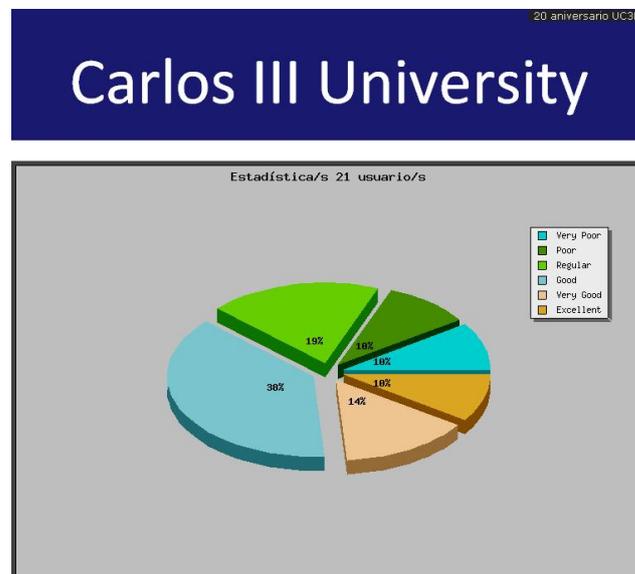


Figura 57. Captura de páginas mostrando el funcionamiento del módulo 6

4.8 Estadísticas de la evaluación del sistema

Mediante la evaluación del sistema podemos probar el correcto funcionamiento de la aplicación desarrollada mediante pruebas realizadas por usuarios externos al proyecto. Las pruebas de software permiten verificar y revelar la calidad de un producto software como el que hemos implementado.

A continuación se muestran las estadísticas de cada una de las cuestiones que se le plantean al usuario en el test de valoración de la aplicación. El tamaño del muestreo empleado para realizar las estadísticas es de 25 usuarios que han completado el cuestionario.

4.8.1 Resultados de la evaluación

1.-State on a scale from 1 to 5 your Previous knowledge about new technologies for information access.

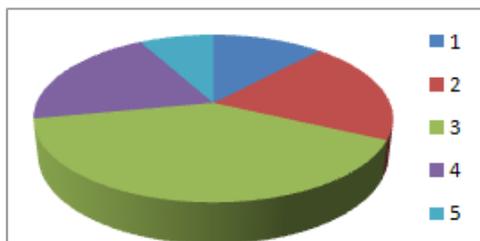


Figura 58. Gráfica estadística pregunta 1 de la evaluación del sistema

2.-State on a scale from 1 to 5 your previous experience using Opera Voice or similar systems.

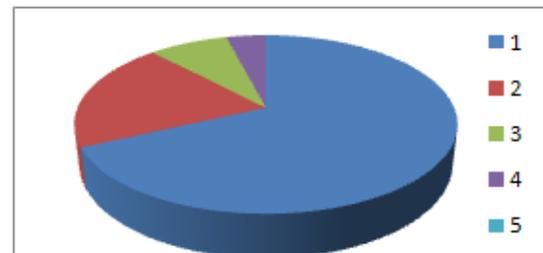


Figura 59. Gráfica estadística pregunta 2 de la evaluación del sistema

3.-How many times have you used "Opera voice" before?

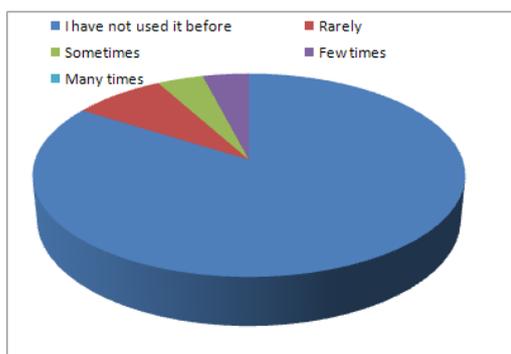


Figura 60. Gráfica estadística pregunta 3 de la evaluación del sistema

4.-How well did the system understand you?

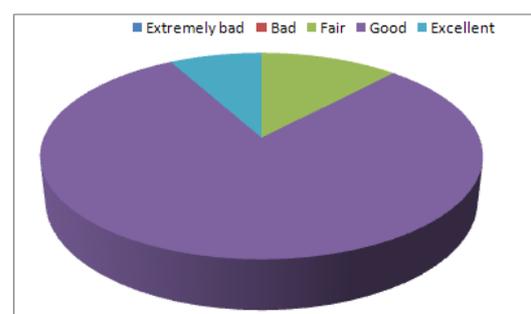


Figura 61. Gráfica estadística pregunta 4 de la evaluación del sistema

5.-How well did you understand the messages generated by the system?

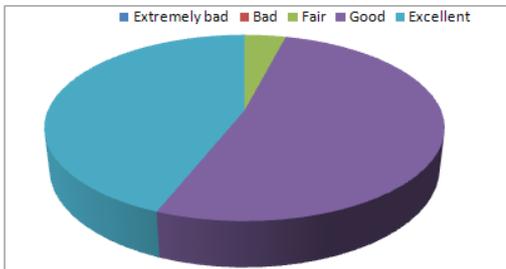


Figura 62. Gráfica estadística pregunta 5 de la evaluación del sistema

6.-In your opinion the interaction was...

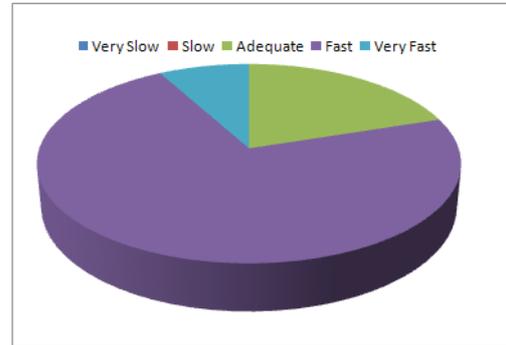


Figura 63. Gráfica estadística pregunta 6 de la evaluación del sistema

7.-Set the difficulty level of the system for you.



Figura 64: Gráfica estadísticas pregunta 7 de la evaluación del sistema

8.-Was it easy for you to get the information that you requested?

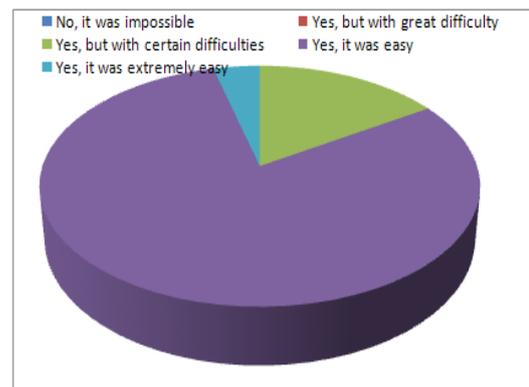


Figura 65. Gráfica estadística pregunta 8 de la evaluación del sistema

9.-Are you satisfied with the system performance?

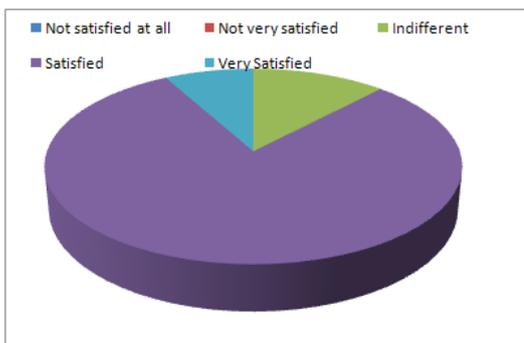


Figura 66. Gráfica estadística pregunta 9 de la evaluación del sistema

10.-Were you sure about what to say to the system at every moment?

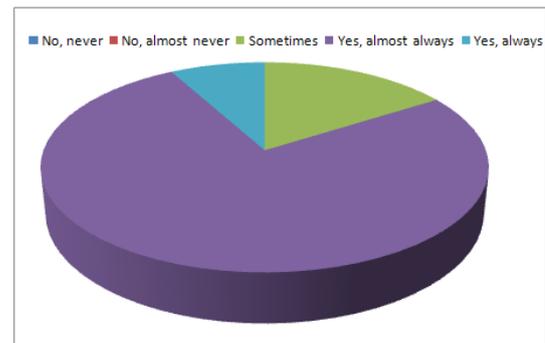


Figura 67. Gráfica estadística pregunta 10 de la evaluación del sistema

11.-Do you believe the system behaved similarly as a human would do?

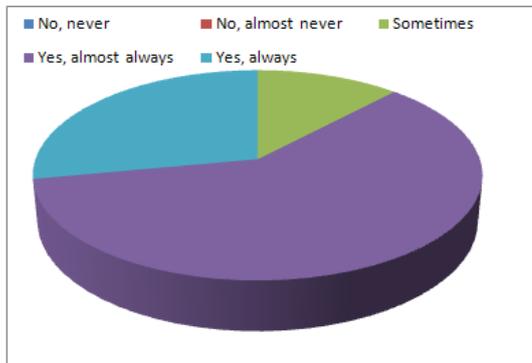


Figura 68. Gráfica estadística pregunta 11 de la evaluación del sistema

12.-In general terms, are you satisfied with the "Carlos III University" website?

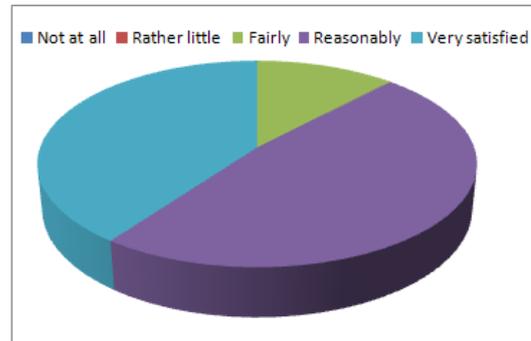


Figura 69. Gráfica estadística pregunta 12 de la evaluación del sistema

4.8.2 Ejemplos prácticos de evaluación del sistema

En esta sección se resumen 4 pruebas específicas con usuarios de diferentes perfiles con el fin de probar el sistema.

4.8.2.1 Prueba de evaluación 1

En la prueba número 1 se muestran los resultados de una prueba realizada por un usuario de 17 años que no tenía conocimientos previos sobre el manejo de sistemas web con la funcionalidad Voice del navegador Opera. Por lo tanto, estamos hablando de un usuario sin experiencia y que utiliza la aplicación por primera vez. El usuario cursa actualmente 2º de bachillerato y tiene pensado cursar una titulación de grado en la Universidad Carlos III durante el año lectivo 2010/2011. Además cabe destacar que el usuario tiene un nivel de inglés First Certificate. Los módulos sobre los que se realiza la prueba real de un usuario son los siguientes:

- Test de Preparación
- ¿Qué titulación de grado debo elegir?
- Cuestionario sobre la aplicación

Pasos seguidos por el usuario:

1.- El usuario accede a la página **What bachelor degree shall I choose?** del website donde se le informa que debería realizar el test de preparación para que pueda comprobar si está o no preparado para elegir una carrera.

2.- El usuario selecciona el enlace **test** para realizar el cuestionario que le ayudará a decidir si está o no preparado. Para ello, completa las 27 preguntas de la siguiente forma:

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	5
2	4
3	5
4	5
5	2
6	2
7	5
8	4
9	6
10	4
11	5
12	4
13	5
14	4
15	6
16	5
17	3
18	3
19	4
20	3
21	3
22	2
23	3
24	7
25	3
26	5
27	3

Tabla 1: Test de preparación. Prueba 1

3.- Tras completar el cuestionario, el sistema muestra:

You obtain 170 of 189 points possible.

You have very clear ideas and are fully prepared to choose a bachelor degree.

4.- A continuación, el usuario entra en la página **What bachelor degree shall I choose?** y completa el cuestionario con las 20 preguntas que se le plantean de la siguiente manera:

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	B
2	A
3	D
4	F
5	B
6	B
7	C
8	A
9	A
10	A
11	A
12	C
13	A
14	A
15	B
16	B
17	A
18	A
19	B
20	A

Tabla 2: ¿Qué titulación de grado debo elegir? Prueba 1

The bachelor degrees that best suits to you are:

- **Bachelor degree in Journalism.**
- **Bachelor Degree in Law.**
- **Bachelor ddegree in Economics.**
- **Bachelor ddegree in tourism.**

Finalmente, el usuario decide completar el cuestionario para valorar la aplicación. Para ello, el usuario debe completar un cuestionario de 12 preguntas, en el cual, una única respuesta es válida por cada pregunta.

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	1
2	1
3	I have not used it before
4	Good
5	Good
6	Fast
7	Easy
8	Yes, it was easy
9	Satisfied
10	Yes, almost always
11	Yes, almost always
12	Reasonably

Tabla 3: Cuestionario sobre la aplicación. Prueba 1

Podemos resumir que tras la conclusión del cuestionario de valoración de la aplicación el usuario afirma que le ha resultado sencillo la interacción mediante voz con el navegador Opera y que no ha tenido problemas para completar los cuestionarios. Además, le ha resultado sencillo comprender las instrucciones de voz del navegador. Por lo tanto, el usuario afirma que en líneas generales está satisfecho con el sitio web desarrollado.

4.8.2.2 Prueba de evaluación 2

Mediante esta segunda prueba hemos querido comprobar cómo sería la interacción entre un usuario con un nivel de inglés bajo y el navegador Opera Voice. Además, este usuario no tenía conocimientos previos sobre el manejo de sistemas web con la funcionalidad Voice del navegador Opera. Por lo tanto, estamos hablando de un usuario sin experiencia y que utiliza la aplicación por primera vez. El usuario, de 18 años, cursa 2º de bachillerato y tiene pensado cursar una titulación de grado en la universidad Carlos III durante el año lectivo 2010/2011. Los módulos sobre los que se realiza la prueba real de un usuario son los siguientes:

- Test de Preparación
- ¿Qué titulación de grado debo elegir?
- Cuestionario sobre la aplicación

Pasos seguidos por el usuario:

1.- El usuario accede directamente a la página **test_preparacion.xhtml** para comprobar si se encuentra preparado para elegir una titulación universitaria y completa el cuestionario de la siguiente manera:

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	1
2	5
3	2
4	2
5	1
6	2
7	2
8	4
9	3
10	3
11	2
12	4
13	4
14	3
15	3
16	2
17	3
18	1
19	3
20	4
21	3
22	3
23	4
24	1
25	2
26	1
27	2

Tabla 4: Test de preparación. Prueba 2

3.- Tras completar el cuestionario el sistema muestra:

- You obtain 163 of 189 points possible.

You have very clear ideas and are fully prepared to choose a bachelor degree.

4.- A continuación, el usuario entra en la página **What bachelor degree shall I choose?** y completa el cuestionario con las 20 preguntas que se le plantean de la siguiente manera:

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	B
2	E
3	I
4	E
5	A
6	D
7	C
8	A
9	A
10	B
11	A
12	D
13	A
14	A
15	B
16	B
17	B
18	A
19	A
20	A

Tabla 5: ¿Qué titulación de grado debo elegir? Prueba 2

The bachelor degrees that best suits to you are:

- **Bachelor Degree in Communication System Engineering.**
- **Bachelor degree in Informatics Engineering.**
- **Bachelor degree in Mechanical Engineering.**

Finalmente, el usuario decide completar el cuestionario para valorar la aplicación. Para ello, el usuario debe completar un cuestionario de 12 preguntas, en el cual, una única respuesta es válida por cada pregunta.

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	1
2	1
3	I have not used it before
4	Fair
5	Fair
6	Adequate
7	Regular
8	Yes, but with certain difficulties
9	Satisfied
10	Sometimes
11	Sometimes
12	Reasonably

Tabla 6: Cuestionario sobre la aplicación. Prueba 2

Podemos resumir que tras la conclusión del cuestionario de valoración de la aplicación el usuario ha valorado la misma como pobre. Esto se debe a que el usuario no había utilizado nunca sistemas web basados en voz y que su nivel de inglés era bastante bajo, lo cual dificultaba notablemente la interacción con el website. Estas dificultades para interactuar con el sistema propiciaron que el usuario no valorara positivamente el sistema.

4.8.2.3 Prueba de evaluación 3

Mediante esta tercera prueba hemos querido comprobar cómo sería la interacción entre un usuario con un nivel de inglés alto (Toefl, Advanced o Proficiency) y el navegador Opera Voice. Además, este usuario tendría amplios conocimientos de manejo de Opera Voice y de aplicaciones similares. Por lo tanto, estamos hablando de un usuario con experiencia y que ha utilizado aplicaciones con Opera Voice en numerosas ocasiones. El usuario tiene 21 años y cursa 3º de Ingeniería Técnica de Telecomunicación: Sistemas de Telecomunicación y tiene pensado cursar otra titulación de grado en la universidad Carlos III durante el año lectivo 2010/2011. Los módulos sobre los que se realiza la prueba real de un usuario son los siguientes:

- Test de Preparación
- ¿Qué titulación de grado debo elegir?
- Cuestionario sobre la aplicación

Pasos seguidos por el usuario:

1.- El usuario accede directamente a la página **test_preparacion.xhtml** para comprobar si se encuentra preparado para elegir una titulación universitaria y completa el cuestionario de la siguiente manera:

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	1
2	1
3	2
4	2
5	1
6	2
7	2
8	2
9	3
10	3
11	1
12	2
13	3
14	1
15	1
16	2
17	2
18	1
19	2
20	3
21	2
22	2
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1

Tabla 7: Test de preparación. Prueba 3

3.- Tras completar el cuestionario, el sistema muestra:

- You obtain 146 of 189 points possible.

You have very clear ideas and are fully prepared to choose a bachelor degree.

4.- A continuación, el usuario entra en la página **What bachelor degree shall I choose?** y completa el cuestionario con las 20 preguntas que se le plantean de la siguiente manera:

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	B
2	E
3	A
4	I
5	B
6	C
7	C
8	B
9	B
10	A
11	A
12	D
13	A
14	A
15	B
16	A
17	B
18	A
19	B
20	A

Tabla 8: ¿Qué titulación de grado debo elegir? Prueba 3

The bachelor degree that best suits to you are:

- **Bachelor Degree in Communication System Engineering.**
- **Bachelor Degree in Informatics Engineering.**
- **Bachelor Degree in Mechanical Engineering.**

Finalmente, el usuario decide completar el cuestionario para valorar la aplicación. Para ello, el usuario debe completar un cuestionario de 12 preguntas, en el cual, una única respuesta es válida por cada pregunta.

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	4
2	4
3	Few times
4	Excellent
5	Excellent
6	Fast
7	Easy
8	Yes, it was easy
9	Very Satisfied
10	Yes, always
11	Yes, almost always
12	Very satisfied

Tabla 9: Test de preparación 1. Prueba 3

Podemos resumir que tras la conclusión del cuestionario sobre la aplicación por parte del usuario la valoración del sistema es de “muy bueno”. Esto se debe en gran parte a que el usuario tenía amplios conocimientos de inglés y ya había utilizado previamente aplicaciones sobre Opera Voice.

4.8.2.4 Prueba de evaluación 4

Mediante esta cuarta prueba hemos querido comprobar cómo sería la interacción entre un usuario con un nivel de inglés alto (Toefl, Advanced o Proficiency) y el navegador Opera Voice. Además este usuario no tenía conocimientos previos de Opera Voice o de aplicaciones similares. Por lo tanto, estamos hablando de un usuario sin experiencia previa en este tipo de aplicaciones basadas en voz. El usuario tiene 18 años y tras aprobar la selectividad tiene pensado cursar una titulación de grado en el curso 2010/2011. Los módulos sobre los que se realiza la prueba real de un usuario son los siguientes:

- Test de Preparación
- ¿Qué titulación de grado debo elegir?
- Cuestionario sobre la aplicación

Pasos seguidos por el usuario:

1.- El usuario accede directamente a la página **test_preparacion.xhtml** para comprobar si se encuentra preparado para elegir una titulación universitaria y completa el cuestionario de la siguiente manera:

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	1
2	2
3	2
4	2
5	2
6	3
7	2
8	2
9	1
10	3
11	1
12	2
13	2
14	2
15	2
16	1
17	2
18	1
19	1
20	2
21	2
22	3
23	2
24	1
25	2
26	1
27	1

Tabla 10: Test de preparación. Prueba 4

3.- Tras completar el cuestionario, el sistema muestra:

- You obtain 148 of 189 points possible.

You have very clear ideas and are fully prepared to choose a bachelor degree.

4.- A continuación, el usuario entra en la página **What bachelor degree shall I choose?** y completa el cuestionario con las 20 preguntas que se le plantean de la siguiente manera:

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	A
2	B
3	H
4	K
5	A
6	D
7	B
8	B
9	A
10	A
11	A
12	C
13	A
14	A
15	B
16	A
17	B
18	A
19	A
20	A

Tabla 11: ¿Qué titulación de grado debo elegir? Prueba 4

The bachelor degree that best suits to you is:

- **Bachelor Degree in Law**

Finalmente, el usuario decide completar el cuestionario para valorar la aplicación. Para ello, el usuario debe completar un cuestionario de 12 preguntas, en el cual, una única respuesta es válida por cada pregunta.

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTA
1	1
2	1
3	I have not used it before
4	Excellent
5	Excellent
6	Fast
7	Regular
8	Yes, it was easy
9	Satisfied
10	Yes, almost always
11	Yes, almost always
12	Very satisfied

Tabla 12: Test de preparación. Prueba 4

Podemos resumir que tras la conclusión del cuestionario sobre la aplicación por parte del usuario la valoración del sistema es de “bueno”. Esto se debe en gran parte a que el usuario tenía amplios conocimientos de inglés pero no tenía experiencia en el uso de aplicaciones en Opera Voice o de sistemas basados en voz.

Capítulo 5

Conclusiones y Líneas Futuras

En este capítulo se comentan las conclusiones principales del trabajo llevado a cabo para el Proyecto Final de Carrera, así como las principales líneas de trabajo futuro propuestas.

5.1 Conclusiones

Uno de los puntos fuertes de la aplicación desarrollada, a diferencia de otros sitios web de ámbito universitario, es la posibilidad de navegar por el sitio y realizar las consultas de información mediante voz, además de la interacción básica por teclado y ratón. Esta funcionalidad proporciona a los usuarios una forma sencilla y eficiente de obtener información de ámbito universitario.

Otras funcionalidades de gran valor añadido que destacan en esta aplicación son el test de orientación profesional y el test de motivación vocacional. Mediante el primero se pretende orientar a un usuario en la elección de la titulación de grado que mejor se

adapte a sus preferencias, características personales y profesionales. El test de motivación vocacional tiene en cuenta factores como la falta de motivación, la indecisión, las dificultades a la hora de auto-conocerse, de buscar información y de resolver conflictos internos y externos. Tras la conclusión de este cuestionario el sistema indicará al usuario su grado de preparación para tomar la difícil decisión de elegir una titulación de grado.

Estos dos cuestionarios son de un gran valor para los estudiantes, ya que cada año son muchos los alumnos que se tienen que enfrentar a la gran dificultad de elegir una titulación universitaria y mediante los cuestionarios anteriormente citados se pretende facilitar esta difícil decisión.

Tras la finalización del proyecto podemos afirmar que se ha cumplido el principal objetivo del mismo, que era realizar un profundo estudio de la tecnología XHTML+Voice en una aplicación de ámbito universitario. Además, hemos podido analizar detalladamente la gran cantidad de posibilidades y oportunidades que ofrece esta tecnología y la amplia posibilidad de avance y mejora que tiene de cara al futuro. Al concluir el proyecto de Fin de Carrera puedo afirmar que mis conocimientos sobre la tecnología VoiceXML son muy amplios y extensos.

Una de las principales ventajas de esta aplicación sobre XHTML+Voice son los beneficios en cuanto a accesibilidad, por ello aquellas personas con algún tipo de discapacidad visual o motora se verán beneficiadas extraordinariamente con este tipo de tecnología. Así mismo, cualquier tipo de usuario podrá utilizar esta aplicación, bien utilizando el teclado o ratón o bien mediante voz, mejorando la comodidad en la navegación. Esta versatilidad y los avances en cuanto a accesibilidad suponen un avance importante en el mundo de la navegación por internet.

Además, cabe destacar la facilidad de instalación y configuración tanto del navegador Opera, como del complemento Opera Voice, por lo que cualquier usuario con un nivel básico podrá utilizar y navegar por el sitio web fácilmente.

Otra de las características más importantes del sistema desarrollado es la facilidad de aprendizaje y de uso del sitio web utilizando Opera Voice. El sistema irá guiando

mediante voz al usuario, indicando en todo momento lo que debe hacer éste y qué acciones puede realizar. Además, en el apartado 2 de esta memoria se explica detalladamente la configuración y funcionamiento de Opera Voice.

En cuanto a la experiencia vivida durante la realización del proyecto, tengo que decir que me ha ayudado a reforzar y ampliar conocimientos que había adquirido durante los años de carrera. He aprendido nuevos lenguajes de programación como PHP, MySQL, VoiceXML y he reforzado otros que ya había utilizado en la universidad como HTML y XHTML.

Además algunas asignaturas como Sistemas Hipermedia, Diseño de Software Avanzado, Diseño de Bases de Datos, Gestión de Proyectos, Ingeniería del Software II y III, Diseño de Sistemas Interactivos cursadas en la titulación Ingeniería Técnica en Informática de Gestión y en el Curso de Adaptación al Grado han sido de gran utilidad durante las distintas fases del proyecto.

La realización del proyecto ha sido también importante para darme cuenta de los imprevistos en cuanto a planificación de tiempo que surgen durante la realización de proyectos largos, algo que no había ocurrido en las prácticas realizadas en la universidad. Este retraso en el tiempo de realización del Proyecto Fin de Carrera ha sido motivado por la gran cantidad de trabajo, estudio y prácticas que me ha llevado la realización del Curso de Adaptación al Grado en Informática. Sin embargo, al final he sabido combinar ambos y terminar el proyecto en el tiempo esperado.

5.2 Líneas de trabajo futuro

Entre las mejoras que se podrían incluir en el portal de cara al futuro, una de las más importantes sería la de incluir perfiles de usuario en el sistema, validarse y registrarse a través de la voz, de tal manera que en función del tipo de usuario que se valide en el sistema, éste pueda consultar unos contenido u otros. Otra funcionalidad que se podría incluir es la posibilidad de realizar la matrícula o prematrícula de asignaturas pertenecientes a una titulación a través del portal y utilizando la funcionalidad de Opera Voice. También sería interesante que todas las consultas de

carácter administrativo (matriculaciones, dispensas, gestiones de título, etc.) se pudieran realizar mediante voz.

Desde mi punto de vista, la principal funcionalidad a ser desarrollada de cara al futuro es la posibilidad de que Opera Voice acepte otros idiomas a parte del inglés, ya que abriría el mercado de los sistemas basados en voz a un mayor número de países.

La principal línea de desarrollo en cuanto a sistemas basados en voz es en sistemas en los que el usuario no puede disponer de las manos para interactuar con el sistema, es decir, en sistemas como GPS, manos libres para automóvil, sistemas de navegación y todo aquel sistema en el que pueda ser útil no tener que usar las manos y poder interactuar con la voz.

Otra de las principales utilidades y líneas futuras a desarrollar son los sistemas domóticos de control por voz, es decir, sistemas que se manejan mediante voz para el control de la calefacción, aire acondicionado, persianas, luz, etc. La Domótica mediante voz es considerada el futuro en lo relativo a las mejoras y desarrollo en el ámbito de la vivienda.

Otra línea de trabajo actual es el desarrollo de sistemas que sean capaces de aprender; es decir, sistemas en un principio muy básicos que vayan mejorando y refinándose poco a poco según los usuarios incorporen en el sistema términos equivalentes a gramáticas, para con el tiempo reducir los problemas de incomprensión.

Otro campo de investigación que se está abriendo son los conocidos como sistemas sensibles al contexto, es decir, sistemas capaces de detectar y modificar su acción teniendo en cuenta las condiciones del entorno en el que interactúa el usuario, así como factores como su estado de ánimo y emoción que manifieste.

Glosario

CETA	<i>Centre d'étudies pour le Traduction Automatique (Centro de Estudios para la traducción Automática).</i>
DTMF	<i>Dual-Tone Multi-Frequency (Multifrecuencia de doble tono).</i>
ESTANDAR	<i>Especificación que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad.</i>
GAT	<i>George Automatic Translator.</i>
GPS	<i>Global Positioning System.</i>
IA	<i>Inteligencia Artificial.</i>
PHP	<i>Hypertext Pre-processor.</i>
RAH	<i>Reconocimiento Automático del Habla.</i>
SGML	<i>Lenguaje de marcado generalizado.</i>
SRGS	<i>Gramática de reconocimiento del habla.</i>
TTS	<i>Text-to-speech.</i>
VOICEXML	<i>Voice Extended Markup Language.</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium.</i>
XML	<i>Extensible Markup Language.</i>

XHTML	<i>Lenguaje extensible de marcado de hipertexto.</i>
SISTEMAS DE DIÁLOGO	<i>Sistemas informáticos que reciben como entrada frases del lenguaje natural expresadas de forma oral y generan como salida frases del lenguaje natural expresadas asimismo de forma oral.</i>
Multimodalidad	<i>Proceso en el cual diversos dispositivos y personas son capaces de llevar a cabo una interacción (auditiva, visual, táctil y gestual) conjunta desde cualquier sitio, en cualquier momento, utilizando cualquier dispositivo y de forma accesible, incrementando así la interacción entre personas, y entre dispositivos y personas.</i>
PDA	<i>Computador de mano originalmente diseñado como agenda electrónica.</i>
Módulo	<i>Componente autocontrolado de un sistema, dicho componente posee una interfaz bien definida hacia otros componentes.</i>
Diagrama Gantt	<i>Herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.</i>
Interfaz	<i>Conexión entre dos ordenadores o máquinas de cualquier tipo dando una comunicación entre ambas.</i>
Lenguaje natural	<i>Estudio de las propiedades computacionales y de otro tipo implicadas en la comprensión, producción y uso de las lenguas naturales.</i>
Comité	<i>Conjunto de personas que con arreglo a las leyes o reglas de una organización, institución o entidad tienen establecidas determinadas competencias.</i>
Interlocutor	<i>Cada una de las personas que toman parte en un diálogo.</i>
Formalismos	<i>Método o discurso que considera solamente la forma lógico-matemática.</i>
Automatización	<i>Sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.</i>
Programación automática	<i>Pretende que sea el propio ordenador el que escriba los programas que necesitan las personas, siguiendo las indicaciones de estas.</i>
Plug and Play	<i>Tecnología que permite a un dispositivo informático ser conectado a un ordenador sin tener que configurar ni proporcionar parámetros a sus controladores.</i>
Corpus	<i>Conjunto, normalmente muy amplio, de ejemplos reales de uso de una lengua.</i>

Multilingüismo	<i>Capacidad de expresarse en varias lenguas.</i>
Proactividad	<i>Actitud en la que el sujeto asume el pleno control de su conducta vital de modo activo, lo que implica la toma de iniciativa en el desarrollo de acciones creativas y audaces para generar mejoras, haciendo prevalecer la libertad de elección sobre las circunstancias de la vida.</i>
Portabilidad	<i>Característica que posee un software para ejecutarse en diferentes plataformas, el código fuente del software es capaz de reutilizarse en vez de crearse un nuevo código cuando el software pasa de una plataforma a otra.</i>
Opera	<i>Navegador web y suite de Internet creado por la empresa noruega Opera Software.</i>
Interacción	<i>Se refiere a una acción recíproca entre dos o más objetos con una o más propiedades homólogas.</i>
Intérpretes	<i>Programa informático capaz de analizar y ejecutar otros programas, escritos en un lenguaje de alto nivel.</i>
CCXML	<i>Call Control XML lenguaje.</i>
Librería	<i>Conjunto de subprogramas utilizados para desarrollar software.</i>
Estocástico	<i>Sistema que funciona, sobre todo, por el azar.</i>
Estandarización	<i>Redacción y aprobación de normas que se establecen para garantizar el acoplamiento de elementos contruidos independientemente.</i>
Protocolo	<i>Conjunto de reglas usadas por computadoras para comunicarse unas con otras a través de una red.</i>
Navegador	<i>Programa que permite ver la información que contiene una página web.</i>
Requisito	<i>Descripción completa del comportamiento del sistema que se va a desarrollar.</i>
Migas de Pan	<i>Elemento muy utilizado para que el usuario no se pierda, indicándole dónde está y la relación jerárquica de ese nodo con el resto de la estructura de la web.</i>
Accesibilidad	<i>Capacidad de acceso a la Web y a sus contenidos por todas las personas independientemente de la discapacidad (física, intelectual o técnica) que presenten o de las que se deriven del contexto de uso (tecnológicas o ambientales)</i>

Arquitectura cliente-servidor	<i>Modelo para el desarrollo de sistemas de información en el que las transacciones se dividen en procesos independientes que cooperan entre sí para intercambiar información, servicios o recursos.</i>
Servidor	<i>Computadora que, formando parte de una red, provee servicios a otras computadoras denominadas clientes.</i>
Website	<i>Colección de páginas web relacionadas, imágenes, vídeos u otros archivos digitales típicamente comunes a un dominio de Internet o subdominio en la World Wide Web en Internet.</i>
Muestreo	<i>Técnica para la selección de una muestra a partir de una población.</i>
Domótica	<i>Integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado.</i>

Anexos

Anexo 1. Generación de páginas voiceXML desde PHP

Mediante el siguiente código se genera la página de tipo VoiceXML (**resultado.xhtml**) con la información de una titulación solicitada por un usuario a través de la página **informacion_titulacion_def.xhtml**.

```
<?php
$subject=0;
/*Obtenemos el valor de la titulación*/
$subject = $_GET["subject"];
$subject1 = $_GET["visualsubject"];
if ($subject != "Return"){
/*abrimos el fichero de la pagina resultado*/
$fichero="resultado.xhtml";
$resultado=fopen($fichero,w);
/*-----BBDD-----*/
/*Obtenemos los datos correspondientes de la base de datos*/
$link = mysql_connect("localhost", "root", "vertrigo");
if (!$link) {
    die('Could not connect: ' . mysql_error());
```

```

}
if(!mysql_select_db("bbdd_pfc",$link))
    die("No database selected.");
$result = mysql_query("SELECT bachelor,bachelor_m,field_of_studie, campus, years, director, language,
grupo, students, total_credits, date_of_matriculation, date_of_admision FROM info_titulacion where
bachelor_m='$subject1' or bachelor_m='$subject'", $link);
if (!$result) {
    die('Could not query: ' . mysql_error());
}
/*Mostramos los resultados de la consulta*/
$row = mysql_fetch_row($result);
/*-----BBDD-----*/
/*parte voz xml*/
fwrite($resultado,'<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
xmlns:xv="http://www.voicexml.org/2002/xhtml+voice" xmlns:vxml="http://www.w3.org/2001/vxml"
xmlns:ev="http://www.w3.org/2001/xml-events">');
fwrite($resultado,<head>');
fwrite($resultado,<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8"/>');
fwrite($resultado,<link rel="stylesheet" type="text/css" href="default.css" media="screen"/>');
fwrite($resultado,<title>Example #: Integrate xhtml in php</title>');
fwrite($resultado,<form xmlns="http://www.w3.org/2001/vxml" id="prove1">');
fwrite($resultado,<field name="subject">');
    fwrite($resultado,<prompt>Below is the information requested. Say return to go to the previous
page</prompt>');
    fwrite($resultado,<option value="Return">Return</option>');
        fwrite($resultado,<nomatch>Try again.</nomatch>');
        fwrite($resultado,<filled>');
            fwrite($resultado,'You wil return to the last page
<assign name="window.location"
expr="\http://localhost/PFC/informacion_titulacion_def.xhtml\'"/>');
                fwrite($resultado,</filled>');
                    fwrite($resultado,</field>');
                        fwrite($resultado,</form>');
                            fwrite($resultado,</head>');
                                fwrite($resultado,<body ev:event="load" ev:handler="#prove1">');
                                    fwrite($resultado,<div class="main-left">');
                                        fwrite($resultado,<div class="header">');
                                            fwrite($resultado,<h2><span>20 aniversario UC3M</span></h2>');

```

```

fwrite($resultado,'<li><a href="http://localhost/PFC/principal.shtml"><h1>Carlos III
University</h1></a></li>');
fwrite($resultado,'</div>');
fwrite($resultado,'<div class="content">');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:black;font-size:20px;font-family:Verdana;">');
fwrite($resultado,$row[0]);
fwrite($resultado,' information:');
fwrite($resultado,'<br/><br/>');
fwrite($resultado,'</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:black;font-size:16px;font-family:Verdana;">You have
requested information for ');
fwrite($resultado,$row[1]);
fwrite($resultado,'</h1>');
fwrite($resultado,'<br/>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -Field of Studie:
');
fwrite($resultado,$row[2]);
fwrite($resultado,'</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -Campus: ');
fwrite($resultado,$row[3]);
fwrite($resultado,'</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -Number of
courses: ');
fwrite($resultado,$row[4]);
fwrite($resultado,'</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -
Undergraduate Program Director: ');
fwrite($resultado,$row[5]);
fwrite($resultado,'</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -Bilingual
Options: ');
fwrite($resultado,$row[6]);
fwrite($resultado,'</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -Groups: ');
fwrite($resultado,$row[7]);
fwrite($resultado,'</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -Number of
Enrolled Students: ');

```

```

fwrite($resultado,$row[8]);
fwrite($resultado,'.</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -Total Credits:
');
fwrite($resultado,$row[9]);
fwrite($resultado,'.</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -Date of
Matriculation: ');
fwrite($resultado,$row[11]);
fwrite($resultado,'.</h1>');
fwrite($resultado,'<h1 align="left" style="color:gray;font-size:16px;font-family:Verdana;"> -Date of
Admissions: ');
fwrite($resultado,$row[10]);
fwrite($resultado,'.</h1>');
fwrite($resultado,'<br/>'); fwrite($resultado,'<br/>'); fwrite($resultado,'<br/>'); fwrite($resultado,'<br/>');
fwrite($resultado,'<br/>');
fwrite($resultado,'<br/>'); fwrite($resultado,'<br/>'); fwrite($resultado,'<br/>'); fwrite($resultado,'<br/>');
fwrite($resultado,'<br/>');
fwrite($resultado,'</div>');
fwrite($resultado,'<center><a
href="javascript:history.go(-1)">
</a></center>');
fwrite($resultado,'</div>');
fwrite($resultado,'<div class="nav">');
fwrite($resultado,'<div class="logo"><span></span></div>');
fwrite($resultado,'<br/><br/><br/>');
fwrite($resultado,'<div id="menu">');
fwrite($resultado,'<ul>');
fwrite($resultado,'<li><a href="http://localhost/PFC/principal.shtml"><center>HOME</center></a></li>');
fwrite($resultado,'<li><a
href="http://localhost/PFC/informacion_titulacion_def.shtml"><center>BACHELORS DEGREE
INFORMATION</center></a></li>');
                fwrite($resultado,'<li><a
href="http://localhost/PFC/informacion_asignatura_def.shtml"><center>SUBJECTS
INFORMATION</center></a></li>');
                fwrite($resultado,'<li><a
href="http://localhost/PFC/modulo_horarios_titulacion.shtml"><center>BACHELOR DEGREES
SCHEDULES</center></a></li>');

```

```

        fwrite($resultado,'<li><a
href="http://localhost/PFC/ayuda_elegir_grado.shtml"><center>WHICH DEGREE SHOULD I
CHOOSE?</center></a></li>');
        fwrite($resultado,'<li><a
href="http://localhost/PFC/test_preparacion.shtml"><center>PREPARATION TEST</center></a></li>');
        fwrite($resultado,'<li><a
href="http://localhost/PFC/application_questionnaire.shtml"><center>APPLICATION
QUESTIONNAIRE</center></a></li>');
        fwrite($resultado,'<li><a href="http://localhost/PFC/estadistica.php"><center>USERS
STATISTICS</center></a></li>');
        fwrite($resultado,'</ul>');
fwrite($resultado,'</div>');
fwrite($resultado,'</div>');
fwrite($resultado,'<div class="main-right">');
        fwrite($resultado,'<div class="round">');
                fwrite($resultado,'<div class="roundtl"><span></span></div>');
                fwrite($resultado,'<div class="roundtr"><span></span></div>');
                fwrite($resultado,'<div class="clearer"><span></span></div>');
        fwrite($resultado,'</div>');
        fwrite($resultado,'<div class="subnav">');
                fwrite($resultado,'<h1>About us</h1>');
                fwrite($resultado,'<ul>');
                        fwrite($resultado,'<li><a href="index.html">Telephone</a></li>');
                        fwrite($resultado,'<li><a href="index.html">Email</a></li>');
                        fwrite($resultado,'<li><a href="accesibilidad.php">Accessibility</a></li>');
                fwrite($resultado,'</ul>');
                fwrite($resultado,'<h1>Legal Terms</h1>');
                fwrite($resultado,'<h1>Copyright</h1>');
                fwrite($resultado,'<h1>Site Map</h1>');
                fwrite($resultado,'</div>');
        fwrite($resultado,'<div class="round">');
                fwrite($resultado,'<div class="roundbl"><span></span></div>');
                fwrite($resultado,'<div class="roundbr"><span></span></div>');
                fwrite($resultado,'<span class="clearer"></span>');
        fwrite($resultado,'</div>');
fwrite($resultado,'</div>');
fwrite($resultado,'</body>');
fwrite($resultado,'</html>');

```

```
/*parte voz xml*/  
/*cierro la bbdd*/  
mysql_close($link);  
fclose($resultado);  
header("location: http://localhost/PFC/resultado.xhtml");  
}  
else{  
header("location: http://localhost/PFC/principal.xhtml");  
}  
?>
```

Anexo 2. Generación de gráficos con PHP desde Jpgraph

```

<?php
include ("jpgraph/src/jpgraph.php");
include ("jpgraph/src/jpgraph_pie.php");
include ("jpgraph/src/jpgraph_pie3d.php");
/*abrimos el fichero de la pagina resultado*/
$fichero="resultado_estadisticas.shtml";
$resultado=fopen($fichero,w);
/*-----BBDD-----*/
/*Obtenemos los datos correspondientes de la base de datos*/
$link = mysql_connect("localhost", "root", "vertrigo");
if (!$link) {
    die('Could not connect: ' . mysql_error());
}
if(!mysql_select_db("bbdd_pfc",$link))
    die("No database selected.");
$result = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE
valoracion='Very Poor'", $link);
$result1 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE
valoracion='Poor'", $link);
$result2 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE
valoracion='Regular'", $link);
$result3 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE
valoracion='Good'", $link);
$result4 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE
valoracion='Very Good'", $link);
$result5 = mysql_query("SELECT valoracion, num_veces FROM estadisticas_website WHERE
valoracion='Excellent'", $link);
if (!$result) {
    die('Could not query:' . mysql_error());
}
/*Mostramos los resultados de la consulta*/
^----- mysql_fetch_row($result);
v----- 1=$row[1];
$row = mysql_fetch_row($result1);
$valor2=$row[1];

```

```
$row = mysql_fetch_row($result2);
$valor3=$row[1];
$row = mysql_fetch_row($result3);
$valor4=$row[1];
$row = mysql_fetch_row($result4);
$valor5=$row[1];
$row = mysql_fetch_row($result5);
$valor6=$row[1];
$suma=$valor1+$valor2+$valor3+$valor4+$valor5+$valor6;
$res="Estadística/s " . $suma . " usuario/s";
/*Grafica php*/
$data = array($valor1,$valor2,$valor3,$valor4,$valor5,$valor6);
$graph = new PieGraph(750,500,"auto");
$graph->img->SetAntiAliasing();
$graph->SetMarginColor('gray');
//$graph->SetShadow();
// Setup margin and titles
$graph->title->Set($res);
$p1 = new PiePlot3D($data);
$p1->SetSize(0.35);
$p1->SetCenter(0.5);
// Setup slice labels and move them into the plot
$p1->value->SetFont(FF_FONT1,FS_BOLD);
$p1->value->SetColor("black");
$p1->SetLabelPos(0.2);
$nombres=array("Very Poor","Poor","Regular","Good","Very Good","Excellent");
$p1->SetLegends($nombres);
// Explode all slices
$p1->ExplodeAll();
$graph->Add($p1);
$graph->Stroke();
?>
```

Referencias

- [1] L. F. Hurtado, F. Blat, F. García, S. Grau, D. Griol, E. Sanchis, E. Segarra, F. Torres. *Sistema de diálogo para el Proyecto DIHANA*. Revista Procesamiento del Lenguaje Natural. 2005, volumen 35, páginas 453-545.
- [2] Ramón López-Cózar, Masahiro Araki. *Spoken, Multilingual and Multimodal Dialogue Systems*. John Wiley & Sons Publishers. 2005.
- [3] Área de Formación del Laboratorio de Fonética del CSIC, Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP). Máster y Doctorado en Fonética y fonología. Estudios Fónicos. Programa Oficial de Posgrado en Estudios Fónicos. Disponible en: <http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/estudiosfonicos/asig2/a13/>
- [4] R. López-Cózar, Z. Callejas, G. Montoro, P. Haya. *DS-UCAT: Sistema de diálogo multimodal y multilingüe para un entorno educativo*. Actas de las IV Jornadas en Tecnología del Habla. Zaragoza (España). 2006, páginas 135-140.
- [5] F. Casacuberta, E. Vidal. *Reconocimiento Automático del Habla*. Editorial Marcombo. 1987.

- [6] Antonio Molina Marco. *Desambiguación en procesamiento del lenguaje natural mediante técnicas de aprendizaje automático*. Tesis Doctoral. Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia (España). 2004.
- [7] Sara Lozano. *Validación de un modelo de medida de las dificultades en los procesos de toma de decisiones sobre la carrera profesional*. Revista de Educación. 2007, volumen 343, páginas 189-190.
- [8] Blog sobre accesibilidad web: Hablemos sobre navegadores web hablados. Disponible en: http://accesibilidad.blogspot.com/2005_04_01_archive.html
- [9] Opera Voice. Control Opera using your voice. Disponible en: <http://www.opera.com/browser/tutorials/voice/>
- [10] Vertrigo. Freeware web environment. Disponible en: <http://vertrigo.sourceforge.net/?lang=es>
- [11] Apache Software Foundation. Disponible en: <http://www.apache.org/>
- [12] PHP: Hypertext Preprocessor: Disponible en: <http://www.php.net/>
- [13] MySQL Open Source Database. Disponible en: <http://www.mysql.com/>
- [14] phpMyAdmin MySQL Management Tool. Disponible en: http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php
- [15] ALPAC. *Languages and machines: computers in translation and linguistics. A report by the Automatic Language Processing Advisory Committee*. Division of Behavioral Sciences, National Academy of Sciences, National Research Council. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, National Research Council. 1966.
- [16] Milka Villayandre Llamazares. *Evolución de la Lingüística Computacional*. Universidad de León. 2010. Disponible en: <http://www3.unileon.es/dp/dfh/Milka/LC/Historia.htm>

- [17] B. Green, A. Wolf, C. Chomsky, K. Laughery. *BASEBALL: An Automatic Question Answerer*. Proc. of the Western Joint Computer Conference. 1961, páginas 219-224.
- [18] D. G. Bobrow. *Natural Language Input for a Computer Problem-solving System*. M. Minsky B.(ed.) *Semantic Information Processing*. Cambridge, Mass: MIT Press. 1968, páginas 146-226.
- [19] B. Raphael. *SIR: A Computer Program for Semantic Information Retrieval*. Tesis Doctoral. Mathematics Department, MIT, Cambridge, Mass. 1964.
- [20] Joseph Weizenbaum. *ELIZA - A Computer Program for the Study of Natural Language Communication between Man and Machine*. Communications of the ACM. 1965, volumen 9 (1), páginas 36-45.
- [21] W. A. Woods, R. M Kaplan, B. Nash-Webber. *The Lunar Sciences Natural Language Information System: Final Report*. BBN Report 2378, Bolt Beranek and Newman Inc., Cambridge, Mass. 1972.
- [22] Robert Lindsay. *Syntactic Appraiser and Diagrammer*, "Query language". Sammet 1969, p.669.
- [23] J. A. Craig, S. C. Berezner, H. C. Carney, C. R. Longyear. *Deacon, Direct English Access and Control*. Proceedings of the Fall Joint Computer Conference. 1966, páginas 365-380.
- [24] T. Winograd. *Understanding Natural Language*. Academic Press Eds. 1972.
- [25] Michael A.K. Halliday. *Estructura y función del lenguaje*. Nuevos horizontes de la lingüística, Alianza Editorial. 1975, páginas 145-173.
- [26] Systemic-Functional Linguistics Information Site (SFL). Disponible en: <http://www.isfla.org/Systemics/>
- [27] Kenneth Mark Colby. *Artificial Paranoia: A Computer Simulation of Paranoid Processes*. Elsevier Science Inc. New York, NY. 1975.

- [28] K. M. Colby, F. D. Hilf, S. Weber, H. C. Kraemer. *Turing-Like Indistinguishability Tests for the Validation of a Computer Simulation of Paranoid*. Processes in Artificial Intelligence. 1972, volumen 3, páginas 199-222.
- [29] Francisco Rivas Martínez. *Manual de asesoramiento y orientación vocacional*. Editorial Síntesis. 1995.
- [30] VoiceXML Tutorial. VoiceXML Forum. Disponible en: <http://www.voicexml.org/voicexml-tutorials/introduction>
- [31] VoiceXML Forum. Disponible en: <http://www.voicexml.org/>
- [32] Plug and Play definition. Disponible en: <http://www.techterms.com/definition/plugandplay>
- [33] European Comission. *Language Engineering: Progress and Prospects*. 1997.
- [34] Guía Breve de Tecnologías XML. Manual del W3C. Disponible en: <http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/tecnologiasxml/>
- [35] XML in 10 points. W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/XML/1999/XML-in-10-points>
- [36] World Wide Web Consortium (W3C). Disponible en: <http://www.w3c.es/>
- [37] HTML Tags. Disponible en: <http://www.w3.org/History/19921103-hypertext/hypertext/WWW/MarkUp/Tags.html>
- [38] Extensible Markup Language (XML) 1.0. Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/REC-xml/>
- [39] Blog de Óscar Fernando Barreto Peralta. VoiceXML. Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/category/6736/blogid/2660>
- [40] Voice Extensible Markup Language (VoiceXML) 2.1. Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/voicexml21/>

- [41] Voice Extensible Markup Language (VoiceXML) 3.0. Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/2010/WD-voicexml30-20100831/>
- [42] Voice Browser Call Control: CCXML Version 1.0. Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/ccxml/>
- [43] XHTML+Voice Profile 1.0. Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/xhtml+voice/>
- [44] Sitio web del navegador Opera. Disponible en: <http://www.opera.com/>
- [45] John M. Carroll. *Usability Engineering*. Elsevier Science & Technology. 2001.
- [46] F. Borja Peñuelas Fort. *La Usabilidad de los Procesos de TI: Un Nuevo Enfoque Clave para su Supervivencia en el Marco del Ciclo de Vida de los Servicios*. Actas del III Congreso Interacadémico (itSMF España). Leganés (España). 2008.
- [47] Douglas K., Van Duyne, James A. Landay, Jason I. Hong. *The design of sites: patterns for creating winning web sites*. Pearson Education Inc. 2007.
- [48] I. Gati. *Making career decisions: A sequential elimination approach*. Journal of Counseling Psychology. 1986, volumen 33, páginas 408–417.
- [49] Zoraida Callejas Carrión. *Desarrollo de Sistemas de Diálogo Oral Adaptativos y Portables: Reconocimiento de emociones, Adaptación al Idioma y Evaluación del Campo*. Tesis Doctoral. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada. 2008.
- [50] XHTML + Voice Programmer's Guide. IBM Corporation. 2004. Disponible en: <http://www.infj.ulst.ac.uk/voiceweb/readings/xvguide.pdf>
- [51] Raquel Justo, M. Inés Torres, Lluís F. Hurtado. *Modelos de lenguaje basados en categorías semánticas en un sistema de diálogo de habla espontánea en castellano*. Actas de las IV Jornadas en Tecnología del Habla. Zaragoza (España). 2006, páginas 89-92.

- [52] R. San Segundo, J. M. Montero, J. Ferreiros, J. Macías, J. M. Pardo. *Sistema de información ferroviaria por teléfono: propuesta de una metodología de gestores de diálogo*. Actas del Segundo Taller Internacional de Procesamiento Computacional del Español y Tecnologías del Lenguaje. Jaén (España). 2001, páginas 241-245.
- [53] W.B. Rauch-Hindin. *Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria*. Editorial Díaz de Santos. 1989.
- [54] Noam Chomsky. *Knowledge of Language: Its Nature, Origin, and Use*. New York: Praeger Publishers, 1986.
- [55] Proyecto Interval. Red de Investigación de Interoperabilidad para Aplicaciones y Software en Redes de Empresas de la Comunidad Valenciana. Disponible en: <http://interval.interop-vlab.es/>
- [56] N. Ruimy, O. Corazzari, E. Gola, A. Spanu, N. Calzolari, A. Zampolli. *The European LE-PAROLE project: The Italian Syntactic Lexicon*. Proc. of First International Conference on Language Resources and Evaluation – ELRA. Granada (España). 1998, volumen 1, páginas 241-248.
- [57] Speechdat Projects. Disponible en: <http://www.speechdat.org/>
- [58] EuroWordNet Project: Building a multilingual database with wordnets for several European languages. Disponible en: <http://www.ilc.uva.nl/EuroWordNet/>
- [59] Standard Generalized Markup Language. Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/MarkUp/SGML/>
- [60] Extensible Markup Language (XML). Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/XML/>
- [61] Scalable Vector Graphics (SVG). Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/Graphics/SVG/>

- [62] Mathematical Markup Language (MathML) 2.0. Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/Math/>
- [63] W3C Voice Browser Working Group. Disponible en: <http://www.w3.org/Voice/>
- [64] VoiceXML 2.0. Especificaciones del W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/voicexml20/>