



Universidad  
Carlos III de Madrid  
*Dpto. Informática*

# Desarrollo de una plataforma para la docencia basada en Raspberry Pi

---

Trabajo Fin de Grado

**Titulación:** Grado en Ingeniería Informática

**Autor:** Enrique Lillo García

**Tutor:** David Expósito Singh

**Co-Tutor:** Carlos Gómez Carrasco

*Leganés, junio 2014.*

Título: Desarrollo de una plataforma para la docencia basada en Raspberry Pi.

Autor: Enrique Lillo García

Director: David Expósito Singh

Co-Director: Carlos Gómez Carrasco

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

Son muy numerosos los nombres de esas personas que siempre han ofrecido su apoyo y confianza en mí, todos aquellos que me han ayudado y transmitido su parte de conocimiento influyendo en mi forma de ver las cosas.

Porque si los mencionase uno a uno, sin ninguna duda me quedaría corto y podría cometer el error de no nombrar a alguno de ellos, a todas estas personas mis más afectuosas y sinceras *gracias*.

## RESUMEN

La gran utilización, y cada vez más frecuente, de sistemas informáticos como herramienta para la actividad docente ha tenido un gran impacto en el mundo de la enseñanza. Este hecho ha agilizado y ha hecho mucho más confortable y directo el acceso a las diversas fuentes de conocimiento de la materia a estudiar.

Estando ya muy desarrollado el uso de ordenadores e Internet como medios para obtener y consultar información e incluso evaluar los conocimientos adquiridos, en este trabajo de fin de grado se pretende que alumnos que no poseen los medios suficientes o que simplemente por motivos de movilidad no disponen de una conexión a Internet, puedan acceder a los materiales de una asignatura mediante esta plataforma.

Para el desarrollo del trabajo se ha construido una aplicación docente que permite realizar ejercicios relacionados con la asignatura en forma de cuestionarios. Se ha portado esta herramienta a una plataforma Raspberry Pi (computador de bajo coste basado en el procesador ARM). De esta forma, debido a las reducidas dimensiones del dispositivo se podría realizar su préstamo al alumno, el cual podría acceder a este contenido conectando la Raspberry Pi directamente a un televisor e interactuando con la aplicación con el propio mando a distancia de la televisión.

El trabajo se enmarca en un proyecto de innovación docente que pretende además proporcionar una visión global de la implantación de estos dispositivos para pequeñas aplicaciones abaratando costes en la obtención de equipos más sofisticados cuyas capacidades muchas veces están sobredimensionadas sobre su utilización real.

Este trabajo implica por lo tanto el desarrollo de una aplicación para Raspberry Pi, incluyendo su puesta en marcha (configuración del sistema operativo) y la portabilidad a esta plataforma de otro sistema ya implementado.

### **Palabras clave:**

Aplicación docente, Raspberry Pi, portabilidad.

## ABSTRACT

The wide and frequent use of computer systems as a tool for teaching has had a great impact in the world of education. This fact has made faster and more comfortable and direct the access to the different sources of knowledge of the subject studied.

Being already developed the use of computers and the Internet as an intermediary to obtain and query information and even evaluate the knowledge acquired, this project try that the student who do not have sufficient means or simply, for no mobility, not have an Internet connection, they can access the materials for a subject through this platform.

For the project development has been built a teaching program to make related exercises of the subject in form of questionnaires. This tool has been ported to Raspberry Pi (low cost computer based on the ARM processor) platform. Thus, due to the small size of the device could make its more attractive for the student, which may access to this content connecting the Raspberry Pi directly to a TV and interacting with the application with this television remote control.

The work is a teaching innovation project also created to provide an overview of the integration of these devices for small applications in order to reduce costs in obtaining more sophisticated equipment whose capabilities are often oversized to its actual use.

Therefore, this work involves the development of an application for Raspberry Pi, including its implementation (operating system configuration) and portability to this platform the other developed teaching application.

### **Keywords:**

Teaching application, Raspberry Pi, portability.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1 DESCRIPCIÓN Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO.....	14
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	16
1.3 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO .....	17
<b>CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....</b>	<b>19</b>
2.1 MINICOMPUTADORES.....	20
2.1.1 Raspberry Pi.....	20
2.1.2 Cubieboard .....	25
2.1.3 Hackberry .....	28
2.1.4 Arduino.....	30
2.1.5 Mini PC Android.....	31
2.1.6 Odroid.....	33
2.2 PLATAFORMAS DOCENTES .....	34
2.2.1 Moodle .....	34
2.2.2 MOOC.....	36
2.2.3 Otras plataformas importantes .....	38
2.3 HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS DE TEST.....	39
2.3.1 Programas.....	39
2.3.2 Realización test online .....	45
2.3.3 Proyecto anterior desarrollado en la Universidad .....	48
2.4 CONTEXTO DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III .....	49
2.4.1 OpenCourseWare (OCW) .....	49
2.4.2 Aula Global 2 .....	50
<b>CAPÍTULO 3. ENTORNO DE DESARROLLO .....</b>	<b>52</b>
3.1 FLASH EN RASPBERRY PI.....	53
3.1.1 Adobe Flash Player .....	53
3.1.2 Gnash.....	53
3.2 MANDO A DISTANCIA CON RASPBERRY PI.....	55
3.2.1 Smartphone como mando a distancia.....	55
3.2.2 Flirc .....	56
3.2.3 HDMI-CEC .....	57
3.3 DECISIONES DE GENERALES .....	58

3.4 ENTORNO TECNOLÓGICO .....	60
3.4.1 Hardware .....	60
3.4.2 Software .....	61
<b>CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DEL SISTEMA .....</b>	<b>62</b>
4.1 MÉTODO DE TRABAJO .....	63
4.1.1 Equipo de trabajo .....	63
4.1.2 Fases establecidas.....	63
4.2 DEFINICIÓN DEL SISTEMA.....	65
4.3 CASOS DE USO .....	66
4.3.1 Diagrama de casos de uso .....	66
4.3.2 Especificación de los actores del sistema.....	67
4.3.3 Especificación de los casos de uso.....	67
4.4 REQUISITOS DEL SISTEMA .....	71
4.4.1 Estructura del requisito.....	71
4.4.2 Requisitos de usuario .....	72
4.4.3 Requisitos de software .....	78
4.4.4 Matriz de trazabilidad requisitos usuario - requisitos software .....	90
<b>CAPÍTULO 5. DISEÑO DEL SISTEMA .....</b>	<b>92</b>
5.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....	93
5.2 MODELO DE INFORMACIÓN .....	95
5.2.1 Diagrama de clases.....	95
5.2.2 Especificación de clases .....	96
5.3 DISEÑO DE LA INTERFAZ.....	97
5.4 DEFINICIÓN DE IMPLEMENTACIÓN .....	99
5.5 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD .....	101
<b>CAPÍTULO 6. PRUEBAS Y CORRECCIONES .....</b>	<b>103</b>
6.1 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE PRUEBAS .....	104
6.2 PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD .....	105
6.2.1 Plantilla de pruebas .....	105
6.2.2 Batería de pruebas .....	106
6.2.3 Matriz de trazabilidad.....	110
6.3 PRUEBAS DE USO REALES .....	111
6.3.1 Prueba alumno 1.....	112

---

6.3.2 Prueba alumno 2.....	114
6.4 CORRECCIONES SOBRE LA VERSIÓN BETA .....	116
6.4.1 Evaluación alumnos .....	116
6.4.2 Evaluación tutores .....	116
6.5 PRUEBAS DE RENDIMIENTO .....	117
6.5.1 Espacio de almacenamiento .....	117
6.5.2 Memoria consumida y uso de CPU.....	117
6.5.3 Tiempos de inicio, apagado y respuesta del mando .....	119
<b>CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS .....</b>	<b>120</b>
7.1 PROBLEMAS ENCONTRADOS.....	121
7.2 CONCLUSIONES .....	122
7.3 LÍNEAS FUTURAS .....	123
<b>CAPÍTULO 8. GESTIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>124</b>
8.1 PLANIFICACIÓN.....	125
8.1.1 Planificación inicial.....	125
8.1.2 Desarrollo real .....	128
8.2 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	131
8.2.1 Metodología de estimación de coste .....	131
8.2.2 Presupuesto inicial.....	131
8.2.3 Presupuesto para el cliente .....	135
8.2.4 Presupuesto real y análisis de la desviación.....	135
<b>CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA Y GLOSARIOS .....</b>	<b>139</b>
9.1 REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA .....	140
9.2 GLOSARIO DE ACRÓNIMOS .....	143
9.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	144
<b>ANEXO I. MANUAL DE USUARIO .....</b>	<b>146</b>
<b>ANEXO II. MANUAL DE ADMINISTRADOR.....</b>	<b>151</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas Operativos Raspberry Pi.....	24
Tabla 2. Caso de uso CU-01 .....	68
Tabla 3. Caso de uso CU-02.....	69
Tabla 4. Caso de uso CU-03.....	70
Tabla 5. Plantilla requisitos .....	71
Tabla 6. REQ_U-01. Aplicación Cuestionarios .....	72
Tabla 7. REQ_U-02. App Compatible con Raspberry Pi.....	73
Tabla 8. REQ_U-03. Conexión TV .....	73
Tabla 9. REQ_U-04. Control con mando a distancia .....	73
Tabla 10. REQ_U-05. Inicio automático.....	74
Tabla 11. REQ_U-06. Registro de resultados para el profesor .....	74
Tabla 12. REQ_U-07. Registro de tiempos de respuesta .....	74
Tabla 13. REQ_U-08. Otorgar seguridad a los datos del test.....	75
Tabla 14. REQ_U-09. Ubicación de preguntas en un medio externo a la aplicación ....	75
Tabla 15. REQ_U-10. Otorgar aleatoriedad a las preguntas del test.....	75
Tabla 16. REQ_U-11. Realización de varios test.....	76
Tabla 17. REQ_U-12. Nuevo intento al fallar una pregunta .....	76
Tabla 18. REQ_U-13. Visualización del resultado de la respuesta seleccionada .....	76
Tabla 19. REQ_U-14. Recuento final .....	77
Tabla 20. REQ_U-15. Opción apagar Raspberry .....	77
Tabla 21. REQ_U-16. Logotipo UC3M .....	77
Tabla 22. REQ_U-17. Contador de tiempo .....	78
Tabla 23. REQ_SF-01. Tipo de cuestionario .....	78
Tabla 24. REQ_SF-02. Número de preguntas .....	79
Tabla 25. REQ_SF-03. Display en pantalla .....	79
Tabla 26. REQ_SF-04. Botones arriba y abajo .....	79
Tabla 27. REQ_SF-05. Botón enter .....	80
Tabla 28. REQ_SF-06. Botones derecha e izquierda .....	80
Tabla 29. REQ_SF-07. Ejecución de la aplicación .....	80
Tabla 30. REQ_SF-08. Fichero de registro .....	81
Tabla 31. REQ_SF-09. Ubicación preguntas .....	81
Tabla 32. REQ_SF-10. Cifrado del registro .....	81

Tabla 33. REQ_SF-11. Cifrado de los enunciados.....	82
Tabla 34. REQ_SF-12. Cifrado de las respuestas .....	82
Tabla 35. REQ_SF-13. Cifrado de las opciones.....	82
Tabla 36. REQ_SF-14. Mostrar opciones aleatorias .....	83
Tabla 37. REQ_SF-15. Generar nuevo test .....	83
Tabla 38. REQ_SF-16. Notificar pregunta correcta .....	83
Tabla 39. REQ_SF-17. Notificar pregunta incorrecta.....	84
Tabla 40. REQ_SF-18. Paso siguiente pregunta .....	84
Tabla 41. REQ_SF-19. Mostrar estado pregunta actual.....	84
Tabla 42. REQ_SF-20. Mostrar estado apagando .....	85
Tabla 43. REQ_SNF-01. Sistema operativo Raspbian.....	85
Tabla 44. REQ_SNF-02. Conexión HDMI .....	85
Tabla 45. REQ_SNF-03. Tiempo respuesta mando .....	86
Tabla 46. REQ_SNF-04. Fichero XML preguntas.....	86
Tabla 47. REQ_SNF-05. Formato fichero XML.....	86
Tabla 48. REQ_SNF-06. Fichero registro en .txt.....	87
Tabla 49. REQ_SNF-07. Identificador fichero de registro .....	87
Tabla 50. REQ_SNF-08. Formato fichero de registro.....	87
Tabla 51. REQ_SNF-09. Tiempo inicio aplicación .....	88
Tabla 52. REQ_SNF-10. Tamaño fuente resultados .....	88
Tabla 53. REQ_SNF-11. Posición logotipo UC3M .....	88
Tabla 54. REQ_SNF-14. Precisión del timer .....	89
Tabla 55. Matriz Trazabilidad REQ_U - REQ_S.....	91
Tabla 56. Plantilla pruebas de funcionalidad .....	105
Tabla 57. PRUEBA - 01. Arranque del sistema.....	106
Tabla 58. PRUEBA - 02. Carga de preguntas .....	106
Tabla 59. PRUEBA - 03. Selección de pregunta.....	107
Tabla 60. PRUEBA - 04. Responder pregunta.....	107
Tabla 61. PRUEBA - 05. Navegación preguntas .....	107
Tabla 62. PRUEBA - 06. Resultados test.....	108
Tabla 63. PRUEBA - 07. Generación de resultados .....	108
Tabla 64. PRUEBA - 08. Nuevo test con preguntas aleatorias .....	108
Tabla 65. PRUEBA - 09. Funcionamiento del Timer .....	109
Tabla 66. PRUEBA - 10. Formato y aspecto en pantalla.....	109

---

Tabla 67. PRUEBA - 11. Apagado del sistema.....	109
Tabla 68. Matriz trazabilidad Pruebas - Requisitos Usuario .....	110
Tabla 69. Tiempos de ejecución de la aplicación.....	119
Tabla 70. Planificación inicial .....	126
Tabla 71. Desarrollo real .....	129
Tabla 72. Estimación costes personal.....	132
Tabla 73. Estimación costes equipos .....	133
Tabla 74. Estimación costes subcontratación de tareas .....	133
Tabla 75. Estimación costes otros costes directos .....	133
Tabla 76. Estimación costes. Resumen .....	134
Tabla 77. Presupuesto para el cliente .....	135
Tabla 78. Presupuesto real personal .....	136
Tabla 79. Presupuesto real equipos .....	137
Tabla 80. Presupuesto real subcontratación de tareas .....	137
Tabla 81. Presupuesto real otros costes directos .....	137
Tabla 82. Resumen de costes y desviación .....	138

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Nivel de posesión de HDTV.....	14
Ilustración 2. Logo Raspberry Pi.....	20
Ilustración 3. Estructura Raspberry Pi.....	21
Ilustración 4. Logo Cubieboard.....	25
Ilustración 5. Placa Cubieboard2.....	26
Ilustración 6. Placa Cubietruck con y sin case.....	27
Ilustración 7. Placa Hackberry.....	29
Ilustración 8. Placa Arduino UNO.....	30
Ilustración 9. Mini PC Android MK802II Is y MK809 III.....	32
Ilustración 10. Odroid modelos X2 y XU.....	33
Ilustración 11. Logo Moodle.....	34
Ilustración 12. Logo MOOC.....	36
Ilustración 13. Plataformas MOOC.....	37
Ilustración 14. Interfaz Hot Potatoes.....	39
Ilustración 15. Creación de test Hot Potatoes.....	40
Ilustración 16. Creación de test Aritest.....	41
Ilustración 17. Presentación cuestionario Aritest.....	42
Ilustración 18. Creación de test Kxama.....	43
Ilustración 19. Vista Interfax Likno.....	44
Ilustración 20. Web Educaplay.....	45
Ilustración 21. Web Área Tecnología.....	46
Ilustración 22. Web Daypo.....	47
Ilustración 23. Aplicación test Flash UC3M.....	48
Ilustración 24. Logo MIT OpenCourseWare.....	49
Ilustración 25. Aula Global 2.....	51
Ilustración 26. Logo Gnash.....	53
Ilustración 27. Yatse XBMC.....	55
Ilustración 28. Receptor Flirc.....	56
Ilustración 29. Diagrama de casos de uso.....	66
Ilustración 30. Arquitectura del sistema.....	93
Ilustración 31. Diagrama de clases de la aplicación.....	95
Ilustración 32. Diseño pantalla inicio.....	97

---

Ilustración 33. Diseño pantalla de pregunta actual.....	98
Ilustración 34. Diseño pantalla final de resultados.....	98
Ilustración 35. Diagrama de actividad de la aplicación.....	101
Ilustración 36. Encuesta prueba de uso real 1 .....	112
Ilustración 37. Encuesta prueba de uso real 2 .....	114
Ilustración 38. Consumo memoria y CPU app cuestionarios.....	117
Ilustración 39. Consumo memoria y CPU cec-client .....	118
Ilustración 40. Diagrama Gantt planificación inicial.....	127
Ilustración 41. Diagrama de Gantt desarrollo real.....	130
Ilustración 42. Resumen presupuesto cliente y coste real .....	138
Ilustración 43. Pantalla principal aplicación.....	148
Ilustración 44. Pantalla selección pregunta .....	149
Ilustración 45. Pantalla pregunta seleccionada.....	149
Ilustración 46. Pantalla resultado final .....	150
Ilustración 47. Acceso Raspberry Pi administrador .....	153
Ilustración 48. Escritorio Raspberry Pi.....	153
Ilustración 49. Ejecución cifrador preguntas .....	154
Ilustración 50. Fichero de registro de resultados .....	155



# - CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN

## 1.1 DESCRIPCIÓN Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

En estos últimos años la creación y utilización de aplicaciones destinadas a la enseñanza ha aumentado en gran número, facilitando la puesta en común y el intercambio de información y conocimiento entre profesor y alumno. Este trabajo se enmarca en el contexto de un proyecto de innovación docente destinado a la utilización de estas aplicaciones y herramientas en un dispositivo novedoso y económico como es la Raspberry Pi [1]. Se introduce la idea de hacer portable la aplicación mediante este dispositivo de reducidas dimensiones y reducido coste, sin necesidad de poseer un ordenador y una conexión a Internet.

Esta capacidad de permitir al usuario usar contenidos docentes pudiendo carecer de un ordenador es una idea bastante importante a destacar. Esto es debido a que, para alumnos que no disponen de los suficientes medios, que su PC no tiene conexión a Internet, o simplemente por la comodidad que implica el no tener que encender el ordenador pudiendo visualizar estos contenidos en la pantalla del televisor siendo controlados mediante su correspondiente mando a distancia, aportan mayor atractivo y confortabilidad a la hora del aprendizaje de una materia. En este caso el alumno no tendría la necesidad de descargar material adicional. Únicamente el profesor prestaría al alumno el dispositivo Raspberry Pi y el alumno solo tendría que conectarlo a su televisor y realizar los ejercicios propuestos, sin mayor problema ni dificultad añadida.

El dispositivo Raspberry permite la conexión con el televisor a través de HDMI, tecnología existente en los televisores de alta definición (HDTV). En la siguiente gráfica se muestra un estudio global realizado por la consultora Accenture en 2013 [2] realizado sobre hombres y mujeres de Reino Unido, Francia, Alemania, Suecia, Sudáfrica, Estados Unidos, Brasil, Rusia, India, China y Japón. Se observa que la posesión de este tipo de televisores ha ido incrementando y que están muy extendidos, dando al programa un mayor alcance.

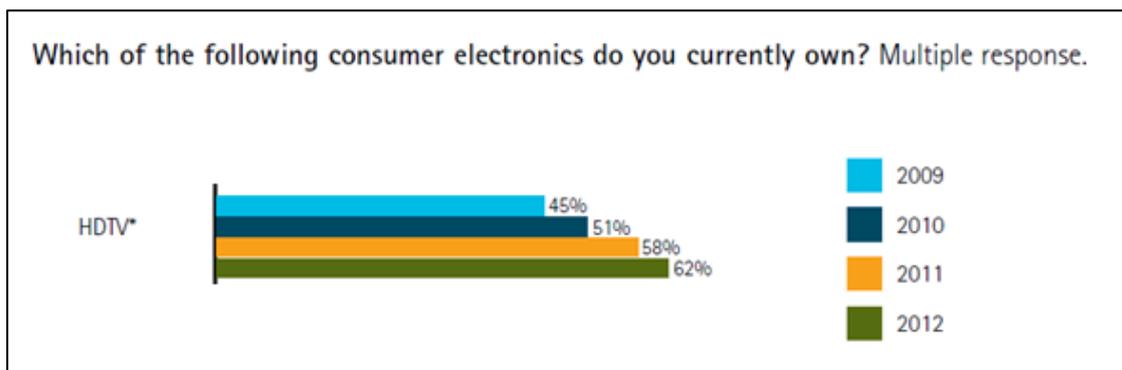


Ilustración 1. Nivel de posesión de HDTV

Al existir tal nivel de televisores dotados de HDMI se conseguirá un proyecto más global y que además permita el aprovechamiento de interesantes características de esta

conexión como puede ser el envío de pulsaciones del mando a distancia hacia el dispositivo.

Este trabajo pretende adaptar una herramienta ya desarrollada para la consulta y acceso a contenido de una asignatura concreta y a la realización de ejercicios, para comprobar la comprensión del alumno, en forma de cuestionarios. La aplicación servirá para estudiar qué materia de la impartida en clase es la que requiere que se recalque o se repase de una manera más focalizada observando las acciones del alumno con la plataforma.

El proyecto está basado en una aplicación anterior implementada en Flash [3] con el objetivo comentado anteriormente de la realización de ejercicios de una asignatura en forma de cuestionarios interactivos. Esta aplicación estaba diseñada de tal manera que ésta cargaba los datos de las preguntas (enunciados, opciones y respuestas) de ficheros XML directamente empaquetados en el programa instalable de Flash, para impedir el acceso directo a las preguntas por parte del alumno.

El sistema por lo tanto facilitará al estudiante el aprendizaje, afianzará la materia vista en clase y el profesor obtendrá una visión general del progreso y el entendimiento de su clase de manera tanto individual como global del contenido impartido en su asignatura.

## 1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal de este TFG es implementar un sistema docente a través del cual poder acceder a material de una asignatura realizando cuestionarios interactivos sobre la misma a través del dispositivo Raspberry Pi conectado a un televisor. El sistema pretenderá ser adaptable a cualquier asignatura de cualquier titulación pudiendo impartirse ésta en inglés o castellano.

Adicionalmente se tienen una serie de objetivos a cumplir en el desarrollo del proyecto:

El objetivo inicial del proyecto consistió en estudiar la viabilidad de una posible adaptación de una aplicación Flash existente al dispositivo Raspberry Pi, de manera que no implicase la realización del proyecto una nueva implementación de la aplicación desde el origen.

Dado que la conclusión del análisis anterior fue que no era posible realizar dicha adaptación, surgió como nuevo objetivo el realizar un análisis de las distintas tecnologías soportadas por el dispositivo Raspberry Pi con el fin de escoger la alternativa más idónea para implementar la aplicación desde cero.

Con la intención de crear un sistema seguro, se le aportará un grado suficiente de seguridad para que los alumnos no tengan permitido el acceso a los distintos contenidos relacionados con los datos de la aplicación como son las preguntas y respuestas de los cuestionarios.

El diseño de la aplicación se desarrollará en un entorno carente de conexión a Internet, de modo que los alumnos que no dispongan de conexión a Internet o que no posean un ordenador personal propio podrán realizar ejercicios extra o evaluaciones desde casa. Este concepto se podrá portar a otras futuras aplicaciones fomentando un acceso más global a la tecnología.

Se desarrollará una interfaz de usuario intuitiva y actualizada que permita al usuario una sencilla interacción con el sistema. Se pretende poder controlar la aplicación (a nivel de usuario) sin ningún dispositivo extra como ratón o teclado permitiéndose la compatibilidad con el mando a distancia de la televisión.

Mediante este sistema, el educador encargado de elaborar sus propios test podrá comprobar y evaluar el nivel de conocimiento adquirido por sus alumnos, pudiendo además observar paso a paso la interacción del estudiante en la respuesta al cuestionario con sus correspondientes marcas de tiempo. De esta forma se podrá obtener una información clara del material que no ha sido bien comprendido para su posterior afianzamiento en una clase futura.

## 1.3 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Con la finalidad de facilitar la lectura del presente documento, en esta sección se presenta brevemente la descripción del contenido de cada una de las partes del mismo. El documento estará compuesto por nueve capítulos y tres anexos:

- **Capítulo 1. Introducción:** en el capítulo se realiza una introducción general del propósito y motivación del TFG así como sus objetivos iniciales principales.
- **Capítulo 2. Estado de la cuestión:** en este apartado se realiza un estudio de las tecnologías disponibles relacionadas con el sistema que se va a implementar y las posibles alternativas de aplicaciones y entornos docentes ya existentes.
- **Capítulo 3. Entorno de desarrollo:** en este apartado se muestran las alternativas de ciertos aspectos de la implementación del TFG así como toda la tecnología utilizada incluyendo hardware y software y el razonamiento por el cual se han tomado estas decisiones.
- **Capítulo 3. Análisis:** en este capítulo se evalúan las tecnologías y métodos que mejor se vayan a adaptar al TFG. En función de este estudio se deciden las bases con las que se desarrollará el sistema. Además se detallan los casos de uso así como los requisitos para construir el sistema.
- **Capítulo 4. Diseño de sistema:** en este capítulo se representa la estructura de la aplicación mostrando su arquitectura y el cómo se implementará.
- **Capítulo 6. Pruebas y Correcciones:** en este apartado se describen las pruebas realizadas para testear el correcto funcionamiento del sistema. Se evalúan los puntos débiles de la aplicación y se explican las correcciones realizadas sobre la versión de prueba, realizando por último unas pruebas de rendimiento más exhaustivas sobre la versión final.
- **Capítulo 7. Conclusiones y líneas futuras:** se resumen las conclusiones resultantes del estudio de los apartados anteriores. Se incluyen unas líneas futuras en el desarrollo del sistema que no se han llevado a cabo en el proyecto actual por cuestión de tamaño y de no prolongar en demasía el tiempo de consecución del TFG.
- **Capítulo 8. Gestión del proyecto:** se detalla la planificación inicial del proyecto seguido del seguimiento real del mismo. Se recoge el presupuesto del proyecto y su coste real.

- **Capítulo 9. Bibliografía y Glosarios:** capítulo con las referencias y la bibliografía utilizada para la realización de este documento, así como los glosarios de términos y acrónimos que aparecen en la memoria.
  
- **Anexo I. Manual de usuario:** anexo con las especificaciones de funcionamiento para el correcto uso del sistema por parte del usuario, que será en este caso el alumno.
  
- **Anexo II. Manual de administrador:** anexo con las especificaciones de configuración y carga de cuestionarios por parte del administrador del sistema, que en este caso será el profesor de la asignatura.



# - CAPÍTULO 2 -

## ESTADO DE LA CUESTIÓN

## 2.1 MINICOMPUTADORES

En este apartado se realizará una descripción y estudio de los minicomputadores de bajo coste y dimensiones, existentes en la actualidad, que coexisten con la Raspberry Pi. En este TFG se tiene impuesta el uso de la Raspberry Pi, por ello se mostrará una visión de sus características junto con las del resto de sus alternativas similares que serían factibles e interesantes para la implementación del sistema a desarrollar.

### 2.1.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi nace de Raspberry Foundation, una organización educativa sin ánimo de lucro registrada (número de registro 1129409) con sede en el Reino Unido, que dio sus primeros pasos como fundación en 2008, pero que en realidad llevaba gestándose desde mucho tiempo atrás. En 2011 desarrolló la Raspberry Pi como ordenador de bajo coste para facilitar la enseñanza de la informática en los colegios, pero hasta 2012 no comenzó a fabricarse. La fundación recibe apoyos del laboratorio de informática de la Universidad de Cambridge y de Broadcom [4].

Aunque parezca paradójico, es muy raro que realmente se facilite el desarrollo de aplicaciones o de programas especialmente a los más pequeños. Los ordenadores que tenemos están orientados a tareas informáticas o de ocio, pero no vienen preparados con conexiones que permitan “pequeños proyectos de hardware” o con herramientas para aprender a programar con un lenguaje de programación. Este es el nicho que cubre perfectamente la Raspberry Pi.

Este dispositivo se trata de un ordenador del tamaño de una tarjeta de crédito y de bajo coste que se puede conectar a un monitor o una televisión, además es compatible con un teclado estándar y un ratón. Fue diseñada con el fin de ser lo más barata posible y llegar al máximo número de usuarios. Su fabricación se hace por lotes y a veces hay que esperar varios meses para disponer de una unidad dada su altísima demanda.

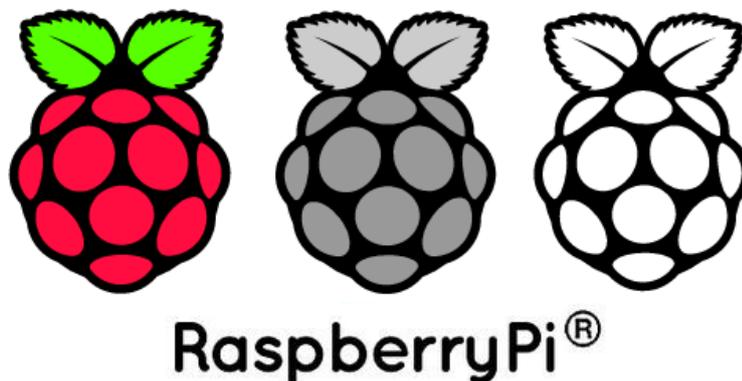


Ilustración 2. Logo Raspberry Pi

En cuanto al Hardware de la Raspberry Pi, con unas dimensiones de placa de 8.5 por 5.3 cm, en el modelo B (más comercializado) se dispone de unas interesantes características. En su corazón se encuentra un chip integrado Broadcom BCM2835, que contiene un procesador ARM11 con varias frecuencias de funcionamiento y la posibilidad de alcanzar hasta 1 GHz sin perder la garantía (overclocking), un procesador gráfico VideoCore IV, y distintas cantidades de memoria RAM. Las últimas Raspberry Pi cuentan con 512 MB de memoria.

La placa dispone además de una salida de vídeo y audio a través de un conector HDMI, con lo que se consigue conectar la tarjeta tanto a televisores como a monitores que cuenten con dicha conexión. En cuanto a vídeo se refiere, también cuenta con una salida de vídeo compuesto y una salida de audio a través de minijack. Posee una conexión Ethernet 10/100 y dos puertos USB. En cuanto al tipo de almacenamiento cabe destacar que el dispositivo carece de uno propio, pero en su parte inferior cuenta con un lector de tarjetas SD, lo que abarata enormemente su precio y da la posibilidad de instalar un sistema operativo en una tarjeta de memoria de 1 GB o más (clase 4 o mejor). En definitiva, se ofrece la posibilidad de minimizar el espacio que se necesita para tener todo un ordenador en un volumen mínimo.

Para su alimentación se puede usar un cargador de móvil con conexión micro-USB y que pueda dar una corriente de 750 mA o más (se recomienda 1 A) Además existen cajas para la Raspberry Pi en infinidad de materiales.

Para concluir, la Raspberry Pi cuenta con una serie de conexiones o puertos de entrada y salida de propósito general (GPIO), que permiten crear todo tipo de interfaces hardware como el control de otros dispositivos, encendido y apagado de luces, proyectos de domótica, etc.

En la Ilustración 2 se muestra una fotografía de la Raspberry Pi así como un esquema con sus componentes hardware.

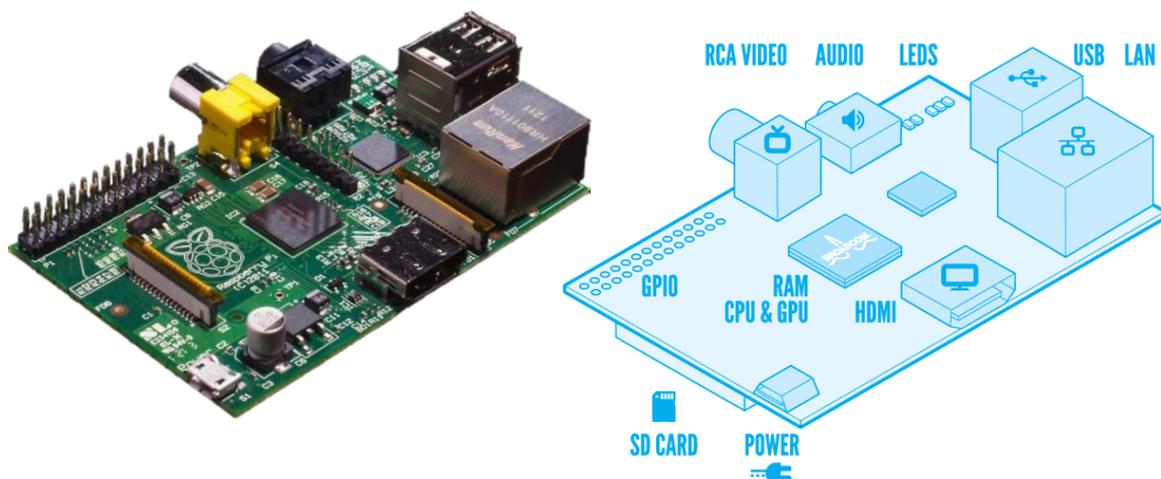


Ilustración 3. Estructura Raspberry Pi

En aspectos de funcionamiento y sistemas operativos disponibles, desde la página web de Raspberry Pi se ofrecen de manera gratuita algunos sistemas operativos para cargar en una tarjeta SD. A continuación se presentan los principales Sistemas operativos disponibles:

- **Raspbian:** es quizás la distribución Linux más conocida para Raspberry Pi; Raspbian es un sistema operativo libre basado en Debian [5] optimizado para el hardware Raspberry Pi. Un sistema operativo es el conjunto de programas básicos y utilidades que hacen que funcione la Raspberry Pi, sin embargo Raspbian ofrece más que un SO puro; incluye 35000 paquetes, programas precompilados para una fácil instalación.
- **Pidora:** Pidora es una distribución de software Linux para Raspberry Pi. Contiene paquetes de software desde el Proyecto Fedora [6] (en concreto, el proyecto de arquitectura secundaria Fedora ARM) compilado específicamente para la arquitectura ARMv6 utilizada en la Raspberry Pi. Los paquetes han sido escritos específicamente para este dispositivo y su software.
- **Arch Linux:** este sistema operativo tiene como objetivo proporcionar la simplicidad y el control total al usuario final. Ofrece una estructura de base ligera que permite convertir el sistema a las necesidades específicas del usuario. Por esta razón, la imagen de Arch Linux ARM para Raspberry Pi no está dotada con una interfaz gráfica de usuario, aunque se puede instalar fácilmente una. Cabe destacar que la distribución Arch puede no ser adecuada para principiantes.
- **OpenELEC:** se trata de un sistema operativo integrado diseñado específicamente para ejecutar XBMC, el código abierto central de medios de entretenimiento. La idea detrás de OpenELEC es permitir al usuario usar su PC Home Theatre (HTPC) como cualquier otro dispositivo conectado a su TV, como un reproductor de DVD. OpenELEC está diseñado para ser fácil de instalar, gestionar y utilizar, por lo que es más cómoda que la ejecución de un set-top box de un ordenador simple.
- **Raspbmc:** es una distribución Linux basada en Debian mínimo que ofrece XBMC a Raspberry Pi. Raspbmc proviene del desarrollador de la distribución Crystalbuntu Linux, que ofrece XBMC y decodificación 1080p.

A continuación se muestra una tabla comparativa con las características principales de los sistemas operativos existentes para Raspberry Pi, incluyendo los mencionados anteriormente junto con los demás disponibles para esta plataforma e incluyendo cada uno de ellos un enlace a su página. La columna de “Memory footprint” se refiere a la cantidad de memoria principal que utiliza o referencia el sistema durante su ejecución; en cuanto a la de “armhf”, indica si el sistema operativo está optimizado y hace uso de los cálculos de coma flotante por hardware.

Distribution	Latest	First	Type	License	Memory footprint	armhf
<a href="#">Arch Linux ARM</a>	22/07/2013	01/03/2012	Linux	<u>OSI GPLv2</u>		Yes
<a href="#">BerryTerminal</a>	25/12/2013	02/06/2012	Linux			No
<a href="#">Bodhi Linux</a>	25/01/2013 (wheezy)	2012-06-12 (wheezy)	Raspbian	<u>Core: OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>		Yes
<a href="#">Debian ARM</a>	19/04/2012 (Squeeze)	2012-02-16 (Squeeze)	Linux	<u>Core: OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>		No
<a href="#">Fedora Remix</a>	22/05/2013 (F18)	2012-07-07 (F14)	Linux	<u>OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>		Yes
<a href="#">Gentoo Linux</a>	16/08/2013	27/04/2012	Linux	<u>GPLv2</u>	~23 MiB	Yes
<a href="#">IPFire</a>	2012-06-27 (2.11)	2012-06-27 (2.11)	Linux	Open Source	~20 MiB	No
<a href="#">I2PBerry</a>	04/02/2014	18/04/2013	Linux	<u>OSI GPLv2</u>		Yes
<a href="#">Meego MER + XBMC</a>	2012-04-27 (0.2)	2012-04-11 (0.1)	Linux (embedded)	<u>OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>	~34 MiB + XBMC	No
<a href="#">Moebius</a>	2013-05-06 (1.1.0)	2012-08-01 (1.0.0)	Raspbian	(GPLv2)	~20 MiB	Yes
<a href="#">nOS</a>	2014-03-14(2.2)	2013-11-28 (2.0)	Linux	(GPLv2)	~90 MiB	Yes
<a href="#">openSUSE</a>	06/12/2013	30/07/2012	Linux 3.11	<u>OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>	28 MiB (inc. X11)	Yes
<a href="#">OpenWRT</a>	03/04/2013	15/08/2012	Linux	<u>OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>	3,3MiB	No
<a href="#">PiBang Linux</a>	14/10/2013	29/10/2012	Linux_3.6.11 & SystemD	<u>Core: OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>		Yes
<a href="#">PwnPi</a>	2012-06-29 (Squeeze)	2012-05-26 (Squeeze)	Linux	GNU General Public License version 3.0		No

<a href="#">QtonPi</a>	2012-05-27 (0.2)	2012-05-07 (0.1)	Linux			No
<a href="#">VPNbian</a>	22/09/2013	2013-09-22 Linux 3.6.11+ 2012-05-28 (Wheezy)	Linux	Core: <u>OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>	~40 MiB w/o desktop	Yes
<a href="#">Raspbian</a>	25/05/2013	2012-05-28 (Wheezy)	Linux	Core: <u>OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>	~30 MiB w/o desktop	Yes
<a href="#">OpenELEC</a>	2013-10-17 (3.2.3)	10/05/2012	Linux 3.10.16 (embedded)	<u>OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>	95 MiB (incl. XBMC)	Yes
<a href="#">XBian</a>	14/07/2013	29/07/2012	Raspbian	<u>OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>		Yes
<a href="#">raspbmc</a>	16/06/2013	2012-06-30 (Squeeze)	Raspbian	<u>custom</u>		Yes
<a href="#">RISC OS</a>	2012-11-01 (5.19 RC6)	2012-07-09 (5.19)	RISC OS	<u>Shared Source</u>		No
<a href="#">SliTaz</a>	2012-12-14	2012-05-29 (4.0)	Linux 3.2.27	<u>GPLv2</u>	~10 MiB	Yes
<a href="#">Plan9</a>	23/09/2013	12/11/2012	Plan 9	<u>Lucent</u>		Yes
<a href="#">PiMAME</a>	25/08/2013	01/12/2012	Linux	Core: OSI mixed (GPLv2 BSD etc)		Yes
<a href="#">PiBox</a>	14/07/2013	14/07/2013	Linux/Buildroot	OSI Mixed		Yes
<a href="#">pipaOS</a>	12/01/2014	10/02/2013	Raspbian	Core: <u>OSI mixed(GPLv2 BSD etc)</u>	~32 MiB	Yes
<a href="#">Raspberry WebKiosk</a>	28/11/2013	26/11/2013	Raspbian	GPLv2		Yes
<a href="#">Raspberry Digital Signage</a>	12/11/2013	06/06/2013	Raspbian	GPLv2		Yes

Tabla 1. Sistemas Operativos Raspberry Pi

## 2.1.2 Cubieboard

Cubieboard [7] se trata de un single-board computer, se fabrica en Shenzhen, Guangdong, China. Los primeros prototipos de estas placas se vendieron a nivel internacional en septiembre de 2012, y la versión de producción comenzó a venderse en octubre de 2012.

Se pueden ejecutar en este dispositivo sistemas operativos como: Android 4 ICS, Ubuntu 12.04 desktop, Fedora 19 ARM Remix, XBMC (como sistema de reproductor de medios), Archlinux ARM o en el servidor de base de Debian a través de la distribución Cubian [8].

Utiliza el chip AllWinner A10, popular en las tabletas de bajo coste, móviles y PCs multimedia. Este SoC (System on a chip) es utilizado por los desarrolladores del controlador de lima, un controlador de código abierto para el BRAZO GPU Malí [9]. Fue capaz, en el FOSDEM [10] 2013 de demostración hacer funcionar ioquake [11] de 3 a 47 imágenes por segundo en 1024×600.

El equipo Cubieboard logró ejecutar un cluster de ordenadores Apache Hadoop utilizando la distribución Lubuntu GNU / Linux.

Esta plataforma posee financiación gracias a Indiegogo, un sitio parecido a Kickstarter [12]. Entre las ventajas fundamentales de la Cubieboard se encuentra un procesador ARM 8 (aproximadamente un 40% más potente que la Raspberry Pi), 1 GB de RAM y 4 GB de almacenamiento, así como un puerto SATA y numerosos GPIO (I2C, SPI, RGB/LVDS, CSI/TS, FM-IN, ADC, CVBS, VGA, SPDIF-OUT, R-TP...).

A continuación se describirán en más detalle las características de este dispositivo, existiendo tres versiones distintas del mismo, cada una de ellas con sus especificaciones propias.



Ilustración 4. Logo Cubieboard

Como se ha mencionado anteriormente, Cubieboard cuenta con tres versiones, Cubieboard, Cubieboard2 y Cubietruck (también conocida como Cubieboard3). Sus especificaciones son las siguientes:

- **Cubieboard, primera versión:** este modelo ofrece las capacidades de AllWinner A10:

- AllWinner A10 SoC (ARM Cortex-A8 @ 1 GHz CPU, with Mali-400MP GPU and CedarX VPU able to decode 2160p quadHD video).
- 512 MB (beta) or 1GB (final) DDR3.
- 4 GB NAND flash built-in, 1x microSD slot, 1x SATA port.
- HDMI 1080p output.
- 10/100 Ethernet connector.
- 2x USB Host, 1x USB OTG, 1x CIR.
- 96 extend pin including I<sup>2</sup>C, SPI, LVDS.
- Dimensions: 10 cm × 6 cm.

- **Cubieboard2:** segunda versión, vendida desde junio de 2013, la principal mejora es la sustitución del AllWinner [13] A10 SoC por AllWinner A20 que contiene 2 ARM Cortex-A7 MPCore CPUs y una dual fragment shader Mali-400 GPU (Mali-400MP2).

Esta tarjeta es usada por Fedora para probar y desarrollar el puerto de distribución Allwinner SoC.



Ilustración 5. Placa Cubieboard2

- **CubieTruck (Cubieboard3)**: La tercera versión posee un nuevo y mejorado diseño de la PCB y cuenta con el siguiente hardware:

- AllWinner A20 SoC (dual-core ARM Cortex-A7 @ 1 GHz CPU, with Mali-400MP2 GPU).
- 2 GB DDR3 @ 480 MHz
- 8 GB NAND flash built-in, 1x microSD slot, 1x SATA 2.0 port.
- HDMI 1080p output
- 10/100/1000 RTL8211E Ethernet connector
- 2x USB Host, 1x USB OTG, 1x CIR.
- S/PDIF, headphone and HDMI audio out, mic and line-in via extended pins
- Wi-Fi and Bluetooth onboard with PCB antenna (Broadcom BCM4329/BCM40181)
- 54 extended pins including I<sup>2</sup>C, SPI
- Dimensions: 11 cm × 8 cm

Carece de soporte LVDS. La NIC RTL8211E permite velocidades de transferencia desde 630 hasta 638 Mbits / s y desde 850 hasta 860 Mbits / s cuando se establecen conexiones TCP simultáneas (las pruebas se realizaron utilizando iperf con 3 clientes contra Cubietruck ejecutando Lubuntu desktop 1.0).

Para conectar un HDD de 3.5", sus 12 V necesarios de alimentación pueden ser compartidos para la alimentación de la propia Cubietruck. Otra nueva opción de energía para este dispositivo son las baterías LiPo.



Ilustración 6. Placa Cubietruck con y sin case

### 2.1.3 Hackberry

Hackberry [14] se trata de un producto de Miniand, una compañía tecnológica Australiana cuyas oficinas está situadas en Canberra y Guangzhou (China), donde se tiene un gran interés en la proliferación rentable, de gran alcance y sin restricciones de hardware junto con el software libre de código abierto.

Basada en el popular ARM Allwinner A10 de 1.0Ghz, la placa Hackberry A10 dispone de un potente y hackeable Android / Linux PC. La Hackberry A10 cuenta con WiFi y Ethernet, aceleración 3D y decodificación hardware de vídeo capaz de decodificar Full HD a través de un Mali400 GPU.

Allwinner A10 SoC combina un ARM Cortex A8 CPU and Mali400 GPU, la Hackberry es adecuada para manejar juegos Android 3D y reproducir videos en alta definición.

En cuanto a la conectividad, el dispositivo posee un amplio abanico de opciones como USB, salida y entrada de audio, salida HDMI y AV para vídeo video conexión mediante WiFi y Ethernet, y acceso de bajo nivel vía serial.

Como se ha mencionado dispone de un puerto serial compuesto de cuatro pines, permitiendo una fácil depuración para los interesados en crear sus propias imágenes de sistema operativo para ejecutar en el propio dispositivo.

A continuación se muestran las especificaciones de la Hackberry para completar la información mencionada anteriormente.

- **CPU:** 1.0GHz Allwinner A10 ARM Cortex A8.
- **GPU:** Mali400 with hardware 3D acceleration and hardware video decoding.
- **Serial port:** 3.3v TTL 4-pin header.
- **Audio input:** 3.5mm microphone Jack.
- **Audio output:** Audio over HDMI.
- **USB:** 2 x USB A 2.0 ports.
- **Internal storage:** 4GB NAND storage, 1.5GB available in user partition in Android.
- **External storage:** SDHC card slot supporting up to 32GB.
- **Networking:** 10/100 Ethernet, Realtek 802.11n WiFi.
- **Memory:** DDR3 512MB / 1GB, ~100MB is reserved for the GPU.
- **Boot:** Boot from SD card and internal storage via u-boot.
- **OS:** Android 4.0 ICS, Linux support.

- **Digital video output:** HDMI up to 1080p.
- **Analog video output:** 3.5mm composite AV, 3.5mm component Y/Pb/Pr.
- **Power:** NEMA 2-pin power adapter included Input AC100-240V-0.4A 50/60Hz Output DC5v.

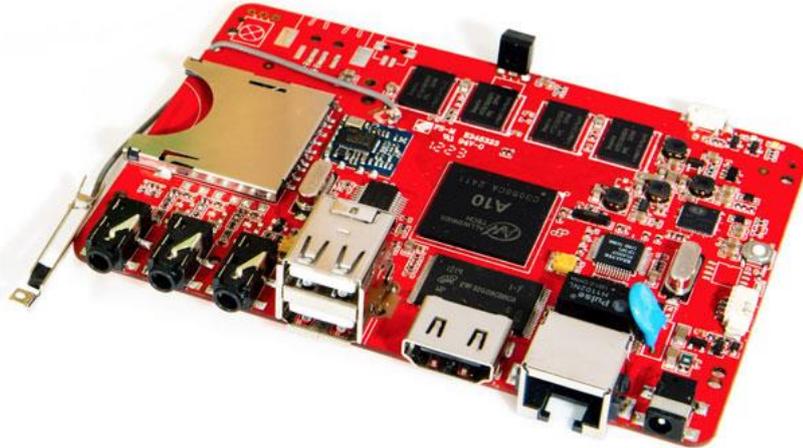


Ilustración 7. Placa Hackberry

## 2.1.4 Arduino

Arduino [15] se trata de una plataforma de creación de prototipos electrónicos de código abierto basado en hardware y software sencillo de usar y flexible.

Está dirigido a diseñadores y programadores aficionados o a cualquier persona interesada en la creación de objetos o entornos interactivos.

Arduino comienza en 2005 como un proyecto en el instituto de IVREA en Italia ante la necesidad de crear un microcontrolador más ligero, económico con hardware y código abierto.

Se trata de un dispositivo muy promovido a nivel educativo ya que posee compatibilidad con cualquiera de las plataformas informáticas tales como MacOSX, Windows y GNU/Linux. Además, aunque Arduino posea un lenguaje de programación propio es posible utilizar casi cualquier lenguaje utilizando software intermedio que traduzca los mensajes enviados para permitir una comunicación fluida.

Este dispositivo ha sido usado como base en diversas aplicaciones como el Xoscillo (un osciloscopio de código abierto), equipos científicos para investigadores, emuladores de computadores tradicionales conectados al televisor, o incluso para el desarrollo de software y hardware de aviones no tripulados.

En cuanto a las especificaciones, posee unas características bastante reducidas estando basada su gama media en ATmega328. Cuenta con 14 pines digitales de entrada/salida (de los que 6 pueden ser utilizados como salidas PWM), 6 entradas analógicas, frecuencia de reloj de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, y un botón de reinicio. Para gestionar el controlador es suficiente con conectarlo a un ordenador mediante un cable USB, o alimentarlo con un adaptador de corriente.



Ilustración 8. Placa Arduino UNO

### 2.1.5 Mini PC Android

Mini PC Android [16] se trata de un ordenador totalmente plug and play basado en la arquitectura SoC ARM. Por defecto tiene instalado el sistema operativo Android pero como en los demás dispositivos con este sistema se pueden instalar ROM's customizadas e incluso distribuciones Linux de escritorio como Ubuntu.

Estos dispositivos necesitan muy poca energía para funcionar. Solamente es necesaria la alimentación que puede aportar una conexión USB por lo que son perfectos para conectarlos a televisores ya que la mayoría poseen estos conectores.

En cuanto a sus posibles utilizaciones se destacarán a continuación algunas de las más relevantes:

- **Reproductor multimedia:** la mayoría pueden reproducir perfectamente archivos de video en 1080p. Estos pueden estar contenidos en memorias USB o en discos duros externos e incluso pueden conectarse a servidores DLNA o a carpetas compartidas en red. Además vienen provistos de aplicaciones nativas de Youtube, Spotify, Wuaki [17] y demás aplicaciones de streaming.
- **Navegar por Internet:** a través del navegador nativo de Android u otros instalables desde la Play Store como Chrome o Firefox. Además, un punto a su favor es que tiene compatibilidad con contenido Flash.
- **Juegos y emuladores:** se permite la instalación de juegos Android de Google Play Store e incluso emuladores de consolas. Estos dispositivos pueden emular a 1080p consolas como n64, PSX, GBA, Snes, Genesis, etc.
- **Como servidor de descargas:** se pueden instalar clientes torrent y descargar contenidos en dispositivos de almacenamiento USB. Como su consumo eléctrico y ruido es nulo es un servidor de descargas perfecto.

Mencionando su manejo, como cualquier otro ordenador, necesita algún dispositivo de entrada para poder utilizarlo, estas son algunas de las alternativas:

- **Teclado y ratón USB (Cableado por USB o con receptor USB):** es la alternativa más económica, cualquier teclado y ratón plug and play funciona a la perfección.
- **Desde otro dispositivo Android:** como puede ser un Tablet o móvil con alguna app de control remoto como DroidMote.
- **Con un Wiimote [18]:** la opción más cómoda y económica para los que ya posean uno. Es necesaria una barra de sensores y la aplicación Joy2Touch Server. Además requiere que el dispositivo esté equipado con Bluetooth de serie o usar un dongle Bluetooth compatible por USB.

- **Dispositivos Air Mouse:** imitaciones del Wiimote pero que funcionan con giroscopio en lugar de por sensores infrarrojos.
- **Con un DualShock 3:** requiere que el dispositivo disponga de bluetooth de serie o usar un dongle/pincho Bluetooth compatible por USB.
- **Gamepads USB (USB Cableados y algunos con Receptor USB):** el mando de Xbox360 cableado es compatible, así como algunos otros Gamepads genéricos. Además funcionan algunos Gamepads inalámbricos con su receptor USB. Muchos adaptadores de Gamepads de PSX/PS2 y otras consolas funcionan sin problemas.

Observando los dispositivos de este tipo disponibles en el mercado se destacarán dos de los modelos más destacados:

- **MK802 IIIs:** tercera generación. Android 4.1. CPU Dual Core a 1,6Ghz, GPU Quad core Mali-400 MP, 1GB de RAM y modelos con 4GB y 8gb de almacenamiento. Tiene 2 USB's, lector de tarjetas microSD y puerto USB (miniUSB) extra y con Bluetooth opcional.
- **MK809 III:** más potente y actual que el anterior con corteza A9 de cuatro núcleos y 1,8 GHz. Android TV Box y CPU Rockchip RK3188, GPU Malí 400, sistema operativo Android 4.2. Cuenta con una RAM de 2GB y NAND de 8GB.



**Ilustración 9. Mini PC Android MK802II Is y MK809 III**

Por comentar los fallos más llamativos sobre este tipo de dispositivos, como se ha mencionado antes, la recepción WiFi suele ser bastante deficiente pese a colocar el router a poca distancia. Este aspecto se podría mejorar desplegando el cable de antena WiFi que se encuentra en el interior de la carcasa y dejándolo fuera para aumentar algo el alcance.

Además en ocasiones el dispositivo presenta un funcionamiento anómalo con repentinos reinicios debido a que el USB de la televisión no aporta la suficiente intensidad (problema que se puede solucionar conectando el Mini PC mediante un cargador móvil de 2A a un enchufe ya que el estándar únicamente proporciona 0,5A).

## 2.1.6 Odroid

Odroid [19] es una serie de single-board computers desarrollados y creados por la empresa Hardkernel, una compañía de hardware de código abierto ubicada en el sur de Corea.

A pesar de que el nombre ‘ODROID’ es una fusión de open y Android, algunas partes del hardware no son totalmente libres, especificaciones del diseño son retenidas por la empresa.

Odroid se distribuye en varios modelos y versiones, sigue la idea buscada por Raspberry Pi siendo una placa base con CPU, GPU y memoria integrada. Aunque sus especificaciones de hardware son mucho más completas que la de la Raspberry, su precio en comparación es mucho más caro alcanzando sus modelos un precio entre los 65 y 199 dólares.

Estudiando el caso específico de su modelo ODROID-X2, posee un procesador ARM Cortex-A9 Quad Core de 1.7 GHz y 2 GB de memoria pudiendo usar esta placa para acciones que requieran más recursos. Su sistema operativo, al igual que en Raspberry, está contenido en una tarjeta SD. Está dotado con HDMI siguiendo el estándar micro-HDMI. En cuanto a otras conexiones, ofrece cuatro puertos USB y conexión LAN 10/100 además de entrada y salida de audio. Adicionalmente posee dos pulsadores de reset y power. Como se ha mencionado antes, el precio es el punto débil, este modelo posee el precio de 135 dólares.

Comentando otros modelos de Odroid, Hardkernel proporciona en su modelo XU su propio ventilador y caja de plástico para su protección, transporte y correcto aislamiento del exterior.

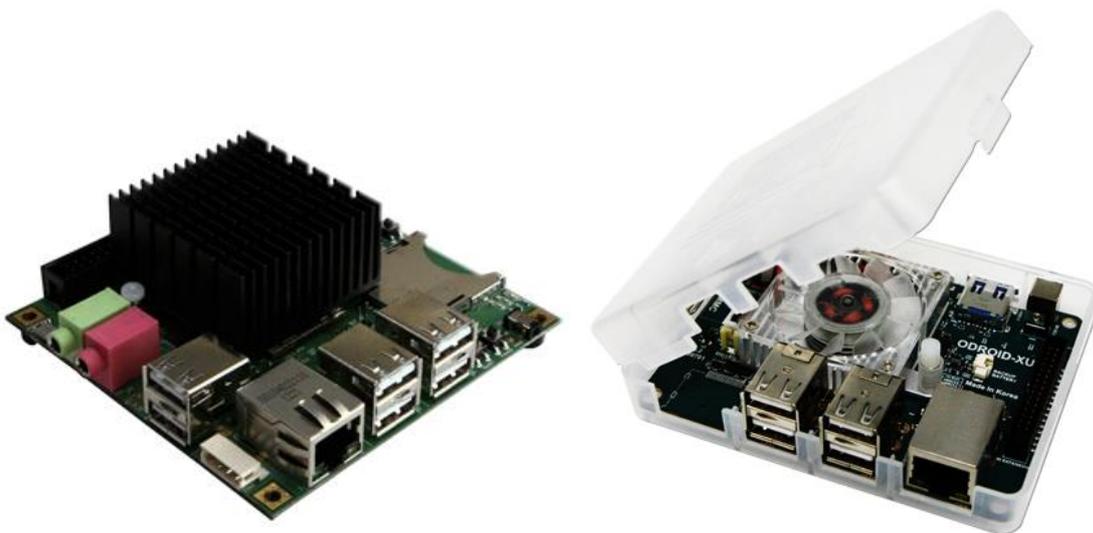


Ilustración 10. Odroid modelos X2 y XU

## 2.2 PLATAFORMAS DOCENTES

En este apartado se realizará un estudio y se dará una visión global de las herramientas y entornos dedicados a la enseñanza más relevantes en la actualidad. Se hablará de plataformas generales relacionadas con la actividad docente. El tema de aplicaciones específicas para la realización de test se detallará más adelante, en el siguiente apartado.

### 2.2.1 Moodle

Moodle [20] es una plataforma de aprendizaje diseñada para proporcionar a los educadores, administradores y estudiantes un único sistema robusto, seguro e integrado para crear ambientes de aprendizaje personalizados.

La plataforma es desarrollada por el proyecto Moodle que está dirigido y coordinado por Moodle HQ, una compañía australiana de 30 desarrolladores que es apoyada financieramente por una red de 60 empresas de servicios de Moodle para partners en todo el mundo.



Ilustración 11. Logo Moodle

Se trata de un entorno probado y de confianza en todo el mundo, proporciona la alimentación de decenas de miles de entornos de aprendizaje a nivel mundial, confían en ella una multitud de instituciones y organizaciones grandes y pequeñas, entre ellas Shell, London School of Economics, State University of New York, Microsoft y Open University. Los números en todo el mundo de Moodle superan los 65 millones de usuarios tanto de uso académico como empresarial de nivel que hace que sea la plataforma de aprendizaje más utilizado del mundo.

Es una plataforma que está totalmente diseñada para apoyar la enseñanza y el aprendizaje. Con más de 10 años de desarrollo guiado por la pedagogía social constructivista, Moodle ofrece un potente conjunto de herramientas centrado en el aprendizaje y los entornos de aprendizaje colaborativo que permiten este propósito.

Proporciona una interfaz sencilla, funciones de arrastrar y soltar, recursos bien documentados que junto con mejoras de usabilidad en curso hacen de Moodle una herramienta fácil de aprender y usar.

Moodle se distribuye gratuitamente como software de código abierto, bajo la Licencia Pública General GNU. Cualquiera puede adaptar, ampliar o modificar Moodle

para proyectos comerciales y no comerciales, sin ningún tipo de derechos de licencia y beneficiarse de las eficiencias de coste, flexibilidad y otras ventajas del uso de Moodle.

Ofrece capacidades multilingües para garantizar que no existan limitaciones lingüísticas para el aprendizaje en línea. La comunidad Moodle se ha traducido a más de 95 idiomas para que los usuarios puedan localizar fácilmente su sitio Moodle, junto con una infinidad de recursos, apoyo y discusiones de la comunidad disponibles en varios idiomas.

La plataforma proporciona un conjunto de herramientas para apoyar tanto el aprendizaje mixto y el 100 % de cursos en línea de la manera más flexible posible. Permite, activar o desactivar las características principales y fácilmente integrar todo lo necesario para un curso usando su gama completa de características incorporadas, incluyendo herramientas de colaboración externas tales como foros, wikis, chats y blogs.

Es escalable a cualquier tamaño, desde unos pocos estudiantes a millones de usuarios. Moodle se puede escalar para soportar las necesidades de pequeñas y grandes organizaciones. Debido a su flexibilidad y escalabilidad, Moodle ha sido adaptado para su uso en la educación, los negocios, organizaciones sin fines de lucro, gobierno y múltiples contextos comunitarios.

Comprometido con la salvaguardia de la seguridad de datos y la privacidad del usuario, los controles de seguridad están constantemente actualizados y aplicados en los procesos de desarrollo de software de Moodle para proteger contra accesos no autorizados, la pérdida de datos y el uso indebido. Moodle se puede desplegar fácilmente en una nube privada y segura o un servidor para un control completo.

Moodle está basado en web y por lo tanto se puede acceder desde cualquier parte del mundo. Con una interfaz compatible con móviles y generalizada, el contenido de la plataforma Moodle es fácilmente accesible y consistente a través de diferentes navegadores web y dispositivos multimedia.

Permite el acceso a una extensa documentación y foros de usuarios en varios idiomas, contenido libre y cursos compartidos por los usuarios de Moodle en todo el mundo, así como cientos de plugins y complementos aportados por una gran comunidad global.

Por último cabe destacar que el proyecto Moodle está dotado del soporte de una comunidad internacional activa, un equipo de desarrolladores a tiempo completo dedicados y una red de partners de Moodle certificados. Impulsada por la colaboración abierta y un gran apoyo de la comunidad, el proyecto continúa para lograr correcciones de errores y mejoras rápidas, con importantes nuevas versiones cada seis meses.

## 2.2.2 MOOC

MOOC [21], o massive open online course, se trata de una modalidad compuesta de cursos masivos en línea y en gama abierta.

El pionero y el considerado autor del primer MOOC es David Wiley que comenzó esta tarea en la Universidad Estatal de Utah en agosto de 2007. Tras esta primera tentativa un gran número de proyectos de diversos centros universitarios siguieron la idea de Wiley.



Ilustración 12. Logo MOOC

La enseñanza a distancia con MOOC se basa en cuatro pilares fundamentales:

- En primer lugar debe de contar con una estructura destinada al aprendizaje conformando un curso en el que se suelen realizar pruebas y evaluaciones para obtener una acreditación del conocimiento logrado de la realización de este curso.
- El número de posibles participantes y matriculados debe de ser ilimitado o que la cantidad de inscritos sea muy superior a la de un curso tradicional y presencial, siempre tratando de conseguir un alcance global.
- El contenido y los materiales del curso deben de ser fácilmente accesibles para todos los miembros a través de Internet y siempre de manera gratuita para que no implique esto un sobre coste. Estos materiales no necesariamente deben de ser específicos para el curso en cuestión sino que pueden ser utilizados para otros similares.
- El curso se realiza a distancia siendo Internet el principal medio de comunicación, no requiriendo una asistencia a un aula, facilitando costes provocados por desplazamientos o por temas de horarios.

Este modelo ofrece grandes ventajas así como algunas debilidades, a continuación se mencionarán algunos de estos puntos:

Como puntos a favor, el modelo MOOC es una gran forma de localizar a personas o entidades poseedoras de conocimientos y habilidades específicas desde cualquier parte del planeta. Además es un medio para mejorar el aprendizaje y observar qué objetivos se cumplen.

Mediante estas plataformas se produce un enriquecimiento del aprendizaje, ya que en ellas participan usuarios de un nivel de conocimiento distinto y con amplia variedad que pueden aportar puntos de vista diferentes y complementarios.

También es cierto que los MOOCs no reemplazan a una educación formal aún, pero ayudan a añadir un recorrido de conocimientos y habilidades personales que pueden provenir de institutos o importantes Universidades sin necesidad de pagar una matrícula y pudiendo ser accesible por todo el mundo.

Como contras se puede decir que es más difícil de comparar y contrastar la eficiencia y eficacia de estos cursos sobre el estudiante, ya que aunque se puedan realizar preguntas o test de evaluación siempre se obvian algunos aspectos importantes, además el alumno podría acceder al material propio del curso mientras está realizando la prueba, lo que podría significar un incorrecto aprendizaje de la materia.

Se debe de mencionar que aunque el proceso de enseñanza sea gratuito no significa que el proceso de certificación también lo sea, aunque esto en algunos cursos sí sucede.

Otro punto en contra es que aunque el acceso a estos cursos es muy sencillo, de la misma manera lo es su abandono, observando grandes niveles de no conclusión del curso en resultados oficiales.

Es importante comentar, por último, algunas plataformas dedicadas a este tipo de cursos que cuentan con grandes y prestigiosas universidades participantes.

Algunas de estas plataformas son Udacity, con acuerdos con la Universidad de Stanford; Coursera, con universidades como Yale, Princeton, Michigan, Penn, UNAM, Universitat Autònoma de Barcelona o el Instituto Tecnológico de Monterrey; Edx que cuenta con la colaboración del Instituto tecnológico de Massachusetts; o una de las mayores plataformas de cursos MOOC como es MiriadaX con la participación de un gran número de Universidades en España como la Universidad Carlos III, Universidad CEU San Pablo, Universidad CEU Cardenal Herrera, Universitat de Girona o la Universidad Politécnica de Madrid entre muchas otras.



Ilustración 13. Plataformas MOOC

### 2.2.3 Otras plataformas importantes

- **CourseSites [22]**: es la nueva iniciativa de Blackboard [23] para aquellos docentes que están familiarizados con esta herramienta. Es totalmente gratis, la única limitación es 5 cursos como máximo por profesor y 500 MB máximo de almacenamiento por cuenta. Además permite la exportación de cursos desde CourseSites a otra instalación de Blackboard. Además, los cursos creados son accesibles a través dispositivos móviles (Android, BlackBerry y iPhone OS) a través de la potente herramienta Blackboard Mobile Learn.

- **Edmodo [24]**: esta plataforma es conocida como “El Facebook de la educación”, con una interfaz muy sencilla y accesible bajo las cuentas del “profesor”, “estudiante” y “padre de familia”, creando así una comunidad virtual, llevando a cabo todo lo que se puede hacer en una clase presencial. Se trata de una herramienta de comunicación y evaluación para alumnos muy buena.

- **RCampus [25]**: es gratuito para estudiantes y profesores. Los miembros pueden utilizar RCampus para la gestión de sus cursos y asignaciones, gestión de trabajo colaborativo y mantenerse en contacto con otros grupos de interés académico. Esta plataforma fue construida desde cero para la estabilidad y confiabilidad al mismo tiempo escalable de educadores en el hogar a los distritos escolares.

- **Schoology [26]**: la plataforma es totalmente gratuita y tal como otros servicios, se puede ingresar con los datos personales. Lo que hace especial a Schoology es su sistema, que trabaja similar a una red social, se puede agregar a amigos y unirse a grupos de discusión creados por otros profesores o iniciar uno. Schoology no sólo proporciona a las instituciones una solución configurable, escalable y fácil de implementar, sino que también ofrece una versión básica de su galardonada plataforma gratuita para los educadores. Como resultado, la adopción empresarial es más fácil para las escuelas y los distritos.

- **Udemy [27]**: es una plataforma muy interesante, destaca por poseer una gran capacidad de almacenamiento pudiendo agregar videos, presentaciones en PowerPoint, documentos en PDF y más recursos. El usuario debe en primer lugar registrarte y después crear su curso de forma gratuita o se le puede poner un precio. El importe puede ser pagado vía PayPal, aunque Udemy sólo permite cobrar por un curso si tiene el 60% de contenido en video.

## 2.3 HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS DE TEST

En este apartado se mostrarán algunos ejemplos de las herramientas ya desarrolladas relacionadas con la creación y realización de test. Algunas de ellas son programas instalables en el ordenador del usuario mientras que otras se tratan de entornos web. Por último se explicará el proyecto con el cual está relacionado este TFG realizado anteriormente en la universidad.

### 2.3.1 Programas

#### 2.3.1.1 Hot Potatoes

Hot Potatoes [28] Es un conjunto de seis aplicaciones ofrecen la posibilidad de crear ejercicios interactivos en forma de página web.

El propósito de esta aplicación es crear ejercicios basados en web de: selección múltiple, respuesta corta, respuestas desordenadas, crucigramas, emparejamiento, ordenación y completar huecos. Se pretende que estos ejercicios puedan ser resueltos utilizando cualquier navegador.

Los ejercicios se valen de HTML y JavaScript para implementar su interactividad, aunque no se necesita ningún conocimiento en estos lenguajes para usar las aplicaciones. Todo lo que se necesita es crear las páginas web y luego subirlas a un servidor.



Ilustración 14. Interfaz Hot Potatoes

Son cinco los programas básicos de la suite Hot Potatoes:

- JQuiz: para crear ejercicios basados en preguntas. Las preguntas pueden ser de diferentes tipos, incluyendo selección múltiple y respuesta corta.
- JCloze: para crear ejercicios de rellenar huecos. Para cada hueco, puede ser especificada una cantidad ilimitada de respuestas correctas.
- JCross: para crear crucigramas que pueden ser completados en línea.
- JMix: para crear ejercicios de respuestas desordenadas. Se pueden especificar tantas respuestas correctas diferentes como se deseen.
- JMatch: para crear ejercicios de ordenación y emparejamiento.

Además, incluye un sexto programa llamado Masher. Está diseñado para crear unidades completas de material de forma sencilla. Si se quieren crear secuencias de ejercicios y otras páginas que deberían ser visualizadas en formato de unidad, esta herramienta es de gran utilidad.

Otra de las características de Hot Potatoes es que se trata de una aplicación compatible tanto en Windows como en Linux o MacOSX.

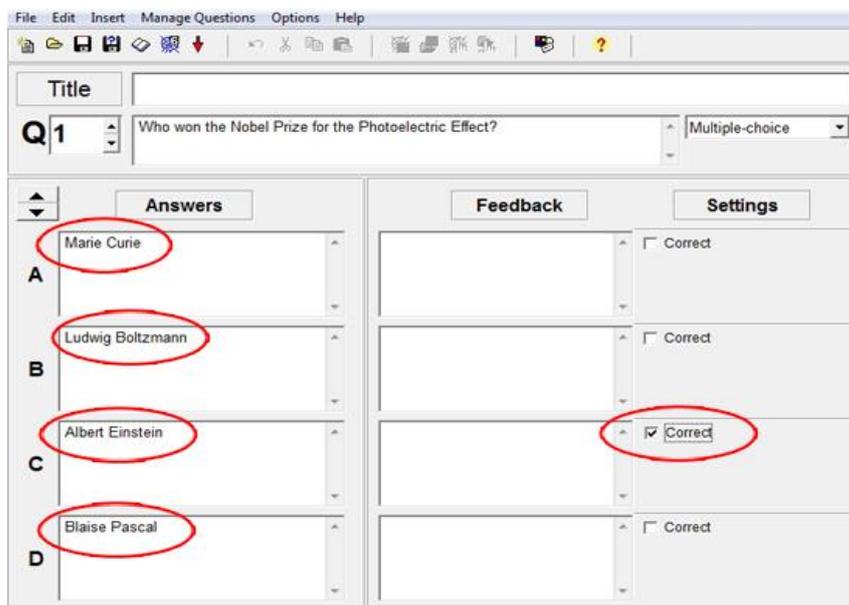


Ilustración 15. Creación de test Hot Potatoes

Como se puede observar en la ilustración anterior, presenta una interfaz muy sencilla mediante la que se pueden introducir las preguntas y las repuestas teniendo la opción de crear una pregunta multi-respuesta o de respuesta única.

### 2.3.1.2 Aritest

Aritest [29] se trata de un sencillo programa Windows para la realización de exámenes tipo test en un ordenador. Es un software idóneo tanto para autoescuelas, centros de formación o academias como para particulares que quieran preparar exámenes desde su casa.

El programa permite la creación, realización o edición de test de cualquier tipo, además ofrecen test ya definidos para diversas temáticas como pueden ser exámenes para la obtención de permisos de conducción, controlador aéreo etc.

Pone a la disposición del usuario tres módulos distintos:

- **Aritest Profesores:** diseñado pensando en los centros de formación que desarrollan un aprendizaje de diversas materias basado en la realización de preguntas tipo test. Pone al alcance del usuario todas las herramientas que se necesitan para gestionar un centro y que permiten elaborar una oferta formativa única y personalizada.

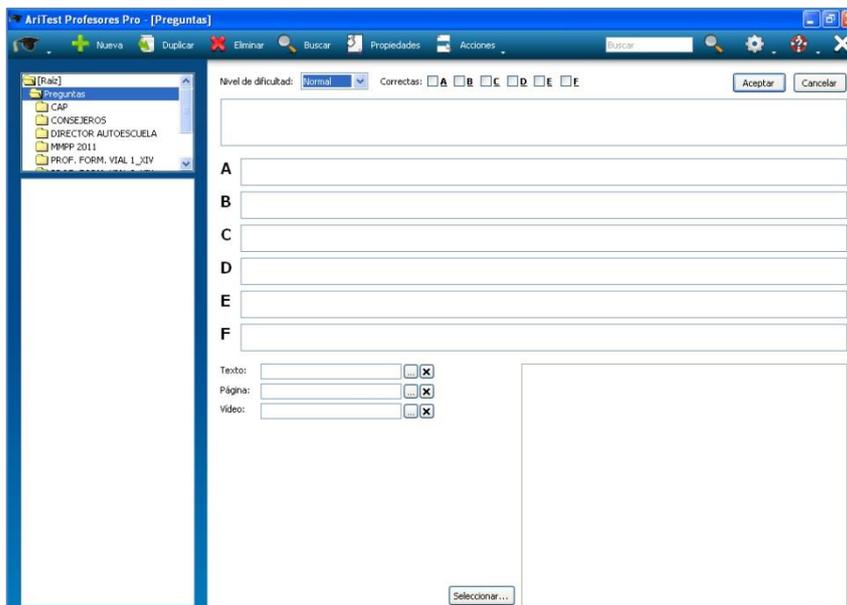


Ilustración 16. Creación de test Aritest

- **Aritest Aula:** a través del cual el alumno puede realizar los test en el aula. El alumno accede al programa incluyendo su DNI y contraseña y selecciona el test que quiere realizar. Se ofrece la posibilidad de que el alumno marque como dudosa una pregunta que no entiende para que, posteriormente, el profesor se la explique.

Durante la realización del test, un reloj en la parte superior derecha de la pantalla indicará al alumno cuánto tiempo le queda. Además, el alumno puede visualizar las ayudas que estén asignadas a las preguntas como la página del manual donde se halla la respuesta o un texto explicativo. Una vez terminado el test, el alumno puede revisar las preguntas y ver el gestor estadístico, donde se resume de manera gráfica su evolución.

- **Aritest Alumnos:** es la opción perfecta para aquellas personas que quieran preparar un examen desde casa, sin necesidad de asistir a ninguna academia.

Aritest se instala en un ordenador y, con un nombre de usuario y una clave, se permite acceder a la base de datos con todos los test.

El programa corrige automáticamente las respuestas a medida que se contestan. Genera estadísticas con los fallos y aciertos, para poder conocer los puntos fuertes y débiles y trabajar más estos últimos.

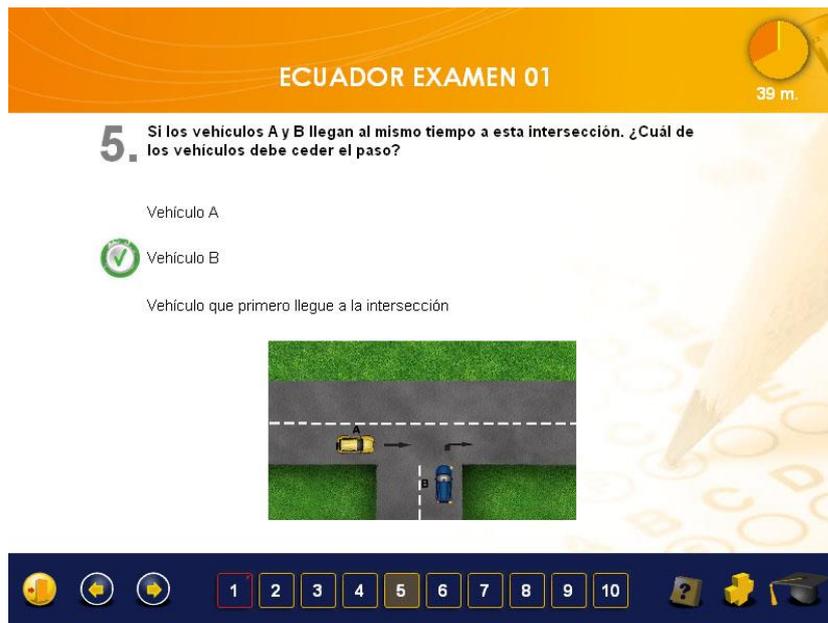


Ilustración 17. Presentación cuestionario Aritest

### 2.3.1.3 Kxama

Herramienta de código abierto para la creación y realización de exámenes y cuestionarios tipo Test.

Kxama [30] es un programa ideal para maestros y profesores que deseen utilizar una herramienta gratuita bajo Linux para la elaboración de sus exámenes.

Con esta aplicación es posible crear de forma simple exámenes tipo Test con una pregunta y cuatro posibles respuestas.

Además permite seleccionar un test para ver todos los exámenes que se han creado con él y las estadísticas conseguidas: tiempo empleado en realizar el examen, preguntas acertadas y erradas y porcentajes, preguntas del test y preguntas realizadas, etc.

Incluye un breve archivo de ayuda que explica el modo de uso de cada una de sus funciones.

Kxama se trata de una aplicación desarrollada en la distribución Suse Linux.

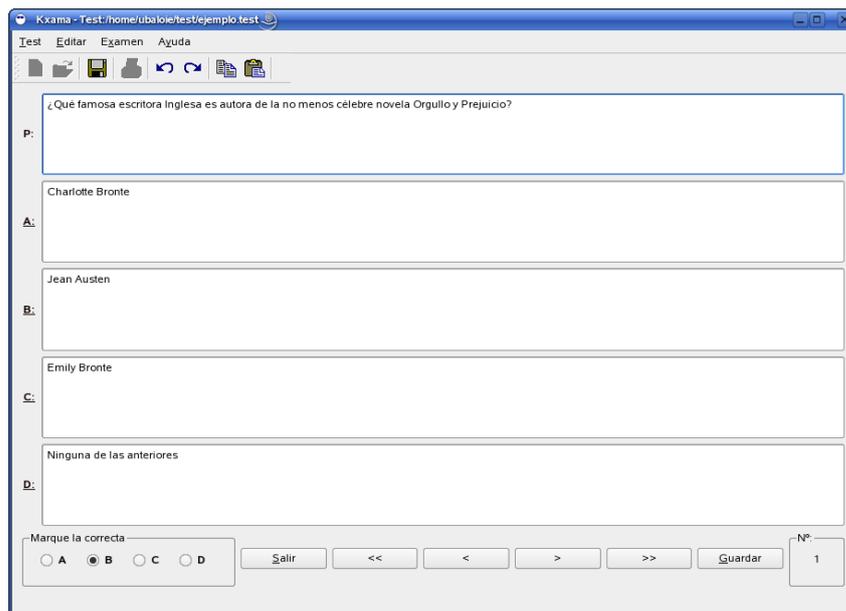


Ilustración 18. Creación de test Kxama

### 2.3.1.4 Likno eLearning LMS

Likno [31] se trata de una herramienta simple, fácil de usar, flexible y escalable de formación basada en la web.

A través de la tecnología de vanguardia de Likno eLearning LMS se pueden crear fácilmente cursos, clases, estudios, proyectos y pruebas, así como realizar un seguimiento del progreso de las personas, o crear informes y horarios.

Posee una interfaz muy limpia y sumamente intuitiva para ser utilizada tanto por administradores, como profesores y estudiantes, esta herramienta está dirigida a una audiencia global y tiene la ventaja de ser totalmente gratuita.

Entre muchas otras opciones está orientada a objetos, soporta Ajax [32], Unicode [33], LDAP [34] y SCORM [35].

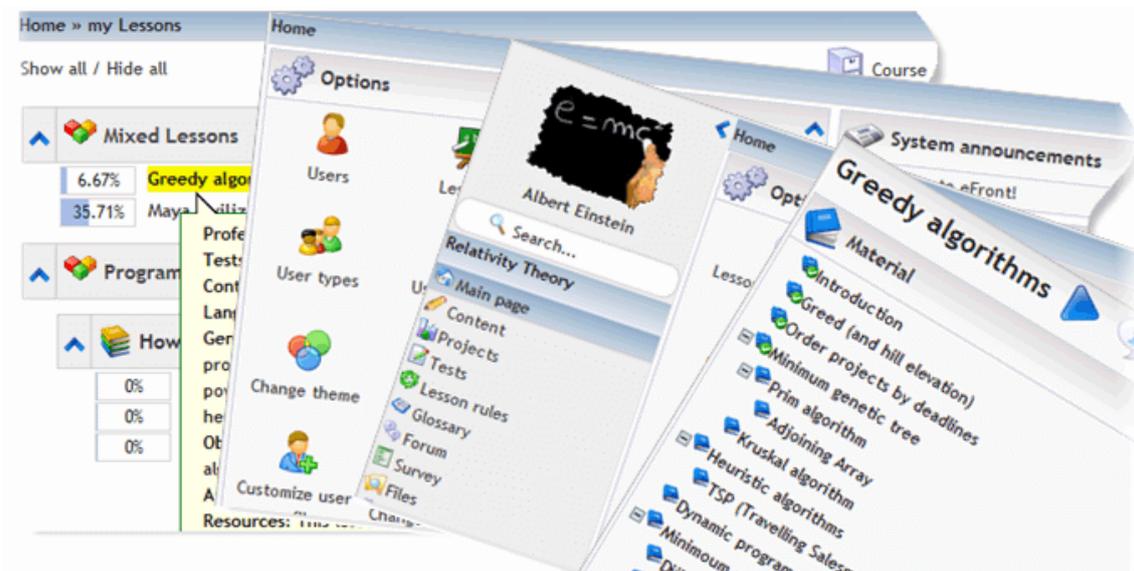


Ilustración 19. Vista Interfax Likno

## 2.3.2 Realización test online

### 2.3.2.1 Educaplay

Educaplay [36] se trata de una plataforma para la creación de Actividades Educativas multimedia. Entre ellas presenta la posibilidad de creación y realización de test ya definidos para diversas asignaturas.

Es un sistema portable, se permite su acceso a través de todo tipo de dispositivos estando las actividades basadas en HTML5.

Proporciona la ventaja de que los recursos generados pueden integrarse con plataformas de eLearning pudiendo registrarse los resultados de las evaluaciones y las actividades.

The screenshot shows the Educaplay website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Actividades', 'Recursos educativos', 'Grupos', 'Rankings', 'Contacto', 'Blog', 'Premium', 'Crear actividad', and 'Mi educaplay'. The main content area displays a test titled 'TEST SOBRE SISTEMAS OPERATIVOS' with a score of 100 points and a remaining time of 03:12. The test question is: '1. Responde a estas preguntas. Las aplicaciones en Windows reciben el nombre de:'. The options are: Programas, Ficheros, Carpetas, and Accesorios. The interface also shows a navigation bar with 'Anterior' and 'Siguiente' buttons, and a sidebar with the author's name 'javier latorre' and a list of resources.

Ilustración 20. Web Educaplay

### 2.3.2.2 Área Tecnología

Área Tecnología [37] es un espacio web que simplemente proporciona recursos para aprender y estudiar temas relacionados con la tecnología tanto industrial como electrotécnica además de incluir distintas técnicas de estudio para facilitar el aprendizaje del alumno.

Permite realizar test sin necesidad de registro proporcionando puntuación y en un tiempo determinado.

Se puede observar la presentación de los test en la siguiente ilustración.

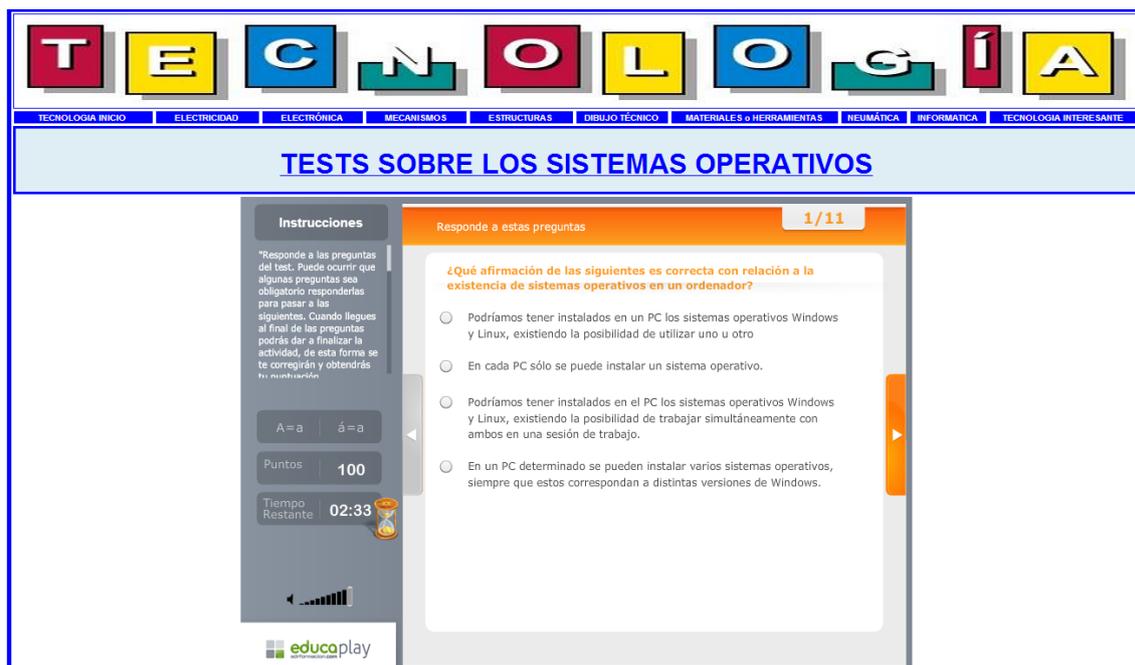


Ilustración 21. Web Área Tecnología

### 2.3.2.3 Daypo

Daypo [38] es una plataforma de test online en la que se permite tanto crear como realizar cuestionarios de todo tipo de temática

Además posee su propio método de memorización que en esencia es un método de memorización por repetición y fijación de objetivos ya que se obtiene una visualización de los resultados obtenidos (tiempos, porcentajes y fallos) que ayuda a la memorización para un mejor progreso.

Es una plataforma pensada para desarrollar test propios que ayuden a memorizar la materia en cuestión a estudiar, compartiendo posteriormente estos cuestionarios con el resto de la comunidad y creando un inmenso repositorio que facilite el aprendizaje de un gran número de personas.

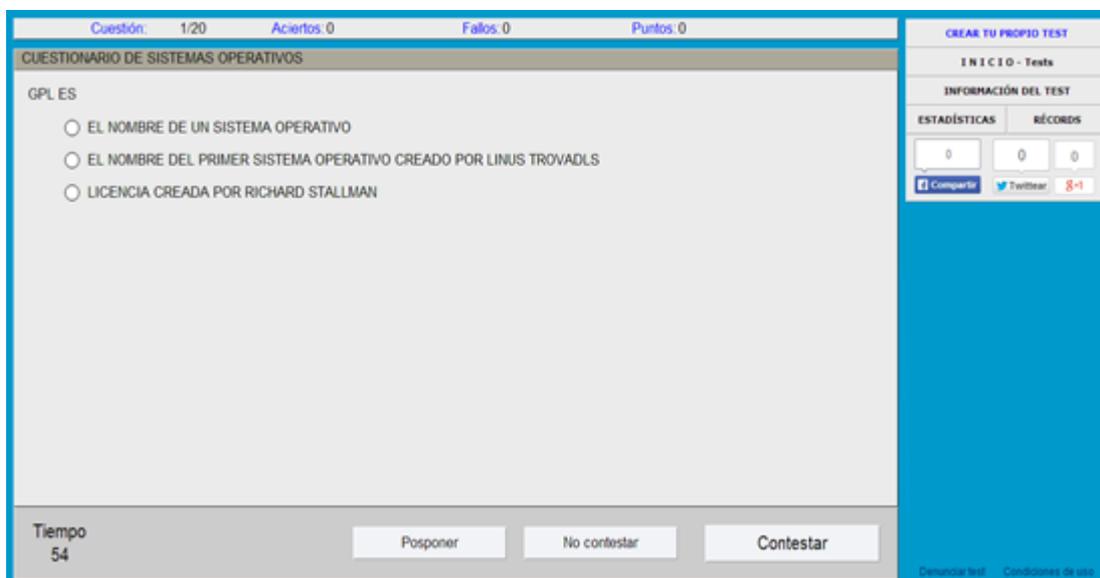


Ilustración 22. Web Daypo

### 2.3.3 Proyecto anterior desarrollado en la Universidad

Se trata de un proyecto anterior realizado en Flash, que consiste en una aplicación de test de preguntas de Química, en la cual el alumno mediante su NIA accede a las propias preguntas las cuales puede repetir las veces que necesite contando para la calificación únicamente el primer intento.

El programa se trata de una aplicación desarrollada en Flash con instalador en el cuál van empaquetados los datos de las preguntas en XML de tal manera que ningún alumno pueda acceder a su contenido. Además el programa se comunica con un servidor PHP en el que se guardan los logs de las acciones realizadas por el usuario para que el educador pueda observar los resultados obtenidos.

1. What is the correct equilibrium constant expressed in terms of concentration for the following reaction?  $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} = \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ :

**Wrong**   $K_c = [\text{H}_2]^2[\text{CO}]/[\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]$

$K_c = [\text{H}_2\text{O}][\text{CO}_2]/[\text{CO}_2][\text{H}_2]$

**Correct**   $K_c = [\text{H}_2][\text{CO}_2]/[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]$

None of the above

SELF ASSESSMENT TEST TOPIC 01 1/5

Ilustración 23. Aplicación test Flash UC3M

Este es el programa que se pretenderá adaptar al sistema con Raspberry, por ello se deberá de estudiar el soporte de Flash para este tipo de dispositivos. En el capítulo 3 se mostrarán las opciones disponibles y se procederá a analizar si se puede portar esta aplicación o se necesitará crear una nueva desde cero.

## 2.4 CONTEXTO DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III

En este apartado se comentarán las plataformas y entornos utilizados por la Universidad Carlos III de Madrid para compartir y gestionar sus contenidos docentes con la comunidad de alumnos y el profesorado.

### 2.4.1 OpenCourseWare (OCW)

**OpenCourseWare** (OCW) [39] se trata de una publicación web de materiales de estrategia docente de asignaturas de Educación Superior, generalmente universitaria tanto de grado como de postgrado, afín a la idea de software de código abierto.

No solo son contenidos de acceso libre y gratuito en la web, sino que además se puede reutilizar libremente respetando la cita del autor original. Los autores ceden los derechos de los contenidos con el modelo de copyleft. Dichos contenidos no se publican con el fin de que los usuarios obtengan titulación o certificación alguna, sino con el fin de potenciar la sociedad del conocimiento y fomentar proyectos ulteriores entre instituciones y docentes relacionados con los contenidos abiertos.

Existe un gran elenco de proyectos de este tipo en diferentes partes de todo el mundo. OpenCourseWare posee proyectos en países asiáticos como China Japón o la India así como en gran parte de Europa o Estados Unidos y destacables zonas de América Latina.



Ilustración 24. Logo MIT OpenCourseWare

La Universidad Carlos III de Madrid promueve la difusión en abierto de material de apoyo a la formación, incentivando la participación de su profesorado en dicha iniciativa. Por ello, la UC3M se adhiere al proyecto del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) [40], que ha generado la agrupación de universidades de alto prestigio internacional en torno al Consorcio OpenCourseWare. La misión de esta acción es promocionar la educación y potenciar el conocimiento de manera abierta y sin restricciones.

La red de universidades iberoamericanas, **Universia**, se ha comprometido con estos objetivos, promoviendo el consorcio **OCW Universia**.

Hablando específicamente de web propia de la universidad Carlos III de Madrid, ésta constituye un escaparate de diferentes áreas de docencia de dicha universidad, ofreciendo acceso libre y gratuito a los materiales de una muestra de cursos. Ofrece acceso libre y gratuito a 172 cursos de una gran variedad en los ámbitos de Humanidades, Ciencias Sociales y Jurídicas, e Ingenierías.

El sitio en particular se basa en eduCommons 4.1 [41], un software diseñado en específico para gestionar la publicación de contenidos en proyectos OpenCourseWare, como el OpenCourseWare de la Universidad del Estado de Utah.

Dispone de una completa gestión del flujo de trabajo que ordena la organización en categorías y cursos, el almacenamiento, la modificación, la introducción de metadata, el control de calidad, la declaración de copyright y, finalmente, la publicación de los materiales docentes.

Implementado en Python [42], Zope [43] y Plone [44], eduCommons es un programa de software libre que funciona sobre plataformas Linux, Mac OS X y Windows. EduCommons se distribuye bajo licencia GNU General Public License.

## 2.4.2 Aula Global 2

Aula Global 2 [45] es una plataforma de apoyo en línea dirigida a los estudios de la Universidad Carlos III de Madrid. Está configurada bajo el sistema de gestión de aprendizaje Moodle 2.4.

En cuanto a su funcionalidad, se permiten los dos roles principales en todo entorno educativo, el del educador y el del alumno, validándose previamente con su identificador y contraseña propios.

Al profesor se le permite generar y manejar material de su asignatura, así como generar prácticas de formación como pueden ser tareas o cuestionarios. Además se permite realizar un seguimiento específico del alumno realizando evaluaciones, generando estadísticas e informes. Se busca la comunicación e interacción entre profesor y alumno a fin de poder resolver dudas de una forma fluida mediante foros de discusión o chats.

En cuanto al alumno, podrá acceder un esquema global de las asignaturas en las que está matriculado pudiendo acceder al material facilitado por el docente a fin de facilitar el aprendizaje y la comprensión de la materia. Mediante Aula Global el alumno puede consultar calificaciones de exámenes así como fechas de los mismos. La plataforma permite visualizar un calendario con las diferentes tareas a realizar proporcionando avisos propios así como observar la lista de clase o la dirección de correo de todos los participantes con los que se tiene relación en Aula Global.

Se trata en definitiva de una potente plataforma que permite tanto a alumno como a profesor comunicarse entre sí además de poder comunicarse entre alumnos y resolver de esta forma de una manera mucho más eficaz y eficiente dudas o puntos en los que se necesite más atención, proporcionando además al acceso del material necesario ofrecido por el educador.

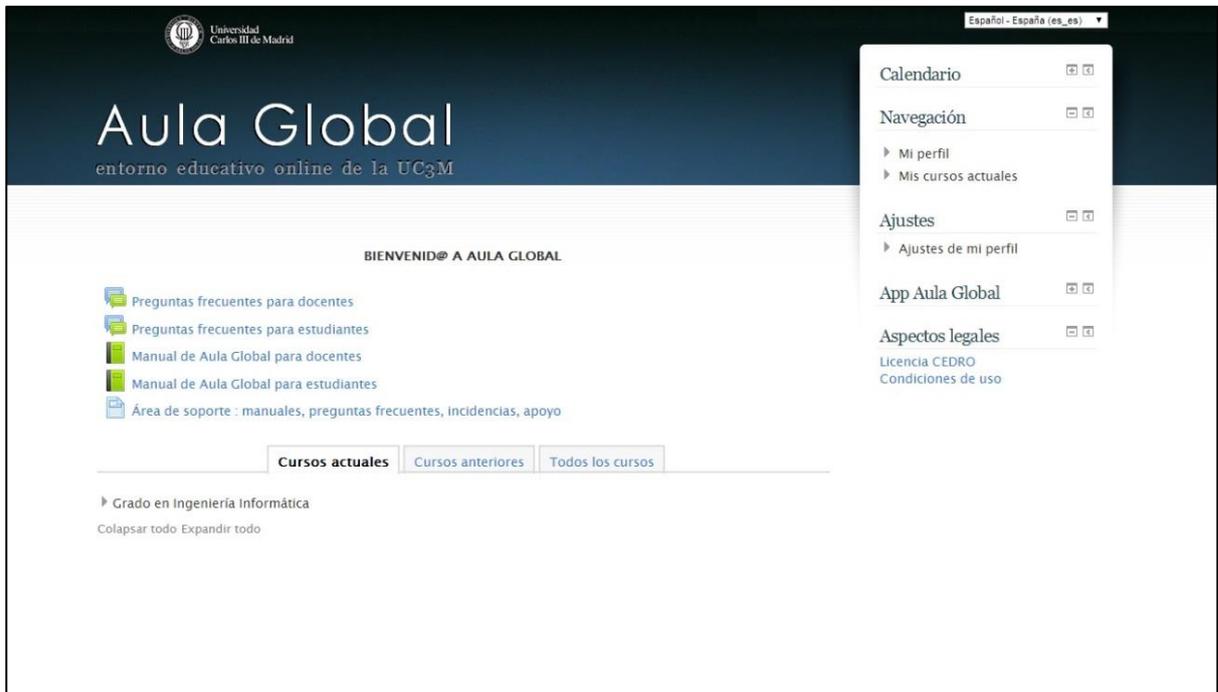


Ilustración 25. Aula Global 2

Como se puede observar en la ilustración Aula Global 2 ofrece una interfaz intuitiva que agiliza la comunicación entre participantes de cualquier asignatura de la Universidad.



# **- CAPÍTULO 3 -**

## **ENTORNO DE DESARROLLO**

## 3.1 FLASH EN RASPBERRY PI

En este apartado se realiza un estudio de los medios para reproducir contenido Flash en la Raspberry Pi. Mediante este estudio se decidirá posteriormente si merece la pena intentar portar el proyecto ya desarrollado en la Universidad comentado en el capítulo anterior o crear uno nuevo con otra tecnología distinta.

### 3.1.1 Adobe Flash Player

Buscando información y medios sobre Raspberry Pi y su compatibilidad con Flash, se puede concluir que Adobe Flash Player no proporciona soporte a este tipo de dispositivos ya que no cumplen los requisitos mínimos estimados de hardware según la compañía.

No obstante en el siguiente apartado se va a ver una alternativa disponible que permite reproducir este tipo de contenido.

### 3.1.2 Gnash

GNU Gnash [46] es un reproductor de películas Flash GNU. Flash es un formato de archivo de animación utilizado por Macromedia, que continúa con el apoyo de su empresa sucesora, Adobe. Flash se ha ampliado para incluir contenido de audio y vídeo, y programas escritos en ActionScript [47], un lenguaje compatible con ECMAScript [48].

Gnash es un proyecto desarrollado para encontrar una alternativa basada en software libre del citado Adobe Flash. Se basa en GameSWF, necesitando alguno de sus renderizados OpenGL [49], y es capaz de reproducir archivos SWF hasta la versión 7 y algunas características de la 8 y 9. Permite reproducir vídeos de sitios tan reconocidos como Youtube o MySpace.



Ilustración 26. Logo Gnash



Está escrito en lenguaje C++, siendo el objetivo de los desarrolladores hacerlo lo más compatible posible con el reproductor propietario aunque Gnash pretende ofrecer otras características especiales como usar bibliotecas de funciones compatibles con MySQL o sistemas de ficheros.

El sitio web del desarrollador principal de GNU Gnash se encuentra en el servidor de apoyo a los proyectos de Savannah de la Free Software Foundation. Este sitio le permite presentar errores, o ver el código fuente a través de la web.

## 3.2 MANDO A DISTANCIA CON RASPBERRY PI

En este apartado se estudian las diferentes opciones existentes que permiten controlar el dispositivo Raspberry Pi de una manera cómoda mediante un mando a distancia o un dispositivo que lo emule. A continuación se mostrarán las diferentes alternativas.

### 3.2.1 Smartphone como mando a distancia

Existen diversas aplicaciones para teléfonos con sistema operativo Android que permiten controlar XBMC desde el propio teléfono gracias al mando a distancia. Estas aplicaciones utilizan como puente una conexión WiFi a través de la cual se comunican Smartphone y Raspberry.

Una de las aplicaciones que sirve para este cometido es Yatse.

Yatse [50] es un XBMC a distancia disponible en Play Store muy robusto y estable con altas valoraciones de sus usuarios. Esta aplicación además de permitir el control de un centro multimedia como si el teléfono fuese un mando a distancia, permite acceder a la biblioteca del centro multimedia y entrar en modo de navegación de archivos. Posee funciones de streaming y reproductor de audio interno, todo optimizado para teléfonos y tabletas.

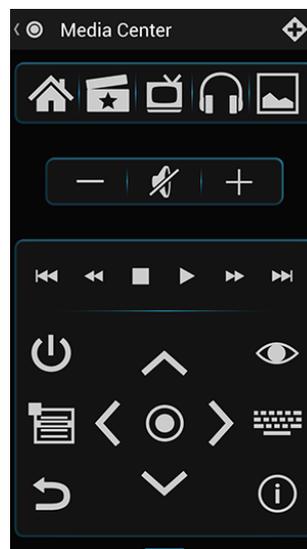


Ilustración 27. Yatse XBMC

No obstante esta opción hace necesario poseer un Smartphone y conexión WiFi extra, lo que implica un coste mayor y unas precondiciones más extensas. Por ello se estudian otras opciones en los siguientes apartados.

### 3.2.2 Flirc

FLIRC [51] se trata de un receptor conectado mediante USB que permite el uso de cualquier tipo de control remoto en una Raspberry Pi. Únicamente se necesita configurar el dispositivo en el PC de escritorio, a continuación basta con conectarlo a la Raspberry acompañado de un reproductor multimedia ofrecido para esta plataforma como podría ser Openelec o Raspbmc.



**Ilustración 28. Receptor Flirc**

FLIRC aprende de cualquier mando a distancia, no se preocupa por los diferentes protocolos de proveedores. Sólo necesita configurar a través de una simple instalación el emparejamiento de botones remotos individuales con el Media Center. Se trata básicamente de un receptor IR universal, por lo que se puede utilizar con cualquier control remoto que, viejo, nuevo o universal.

Otra parte destacable de FLIRC es que puede ser utilizado para simular un teclado por lo que cada aplicación del Media Center de comunicación lo entiende sin controladores. Además se ejecuta en una amplia gama de plataformas, pudiendo utilizarse en un PC, portátil o Mac.

### 3.2.3 HDMI-CEC

CEC (Consumer Electronics Control), es un canal que aporta la conexión HDMI que utiliza el protocolo estándar AV Link y es usado para funciones de control remoto.

Posee un bus serie de doble sentido en cable único y viene definido en la especificación HDMI 1.0.

Tiene soporte para las marcas más importantes de fabricantes de televisores y aparece con diferentes nombres alternativos como Anynet (Samsung); Aquos Link (Sharp); BRAVIA Sync o BRAVIA Link (Sony); Kuro Link (Pioneer); CE-Link y Regza Link (Toshiba); RIHD (Remote Interactive over HDMI) (Onkyo); Simplink (LG); HDAVI Control, EZ-Sync, VIERA Link (Panasonic); EasyLink (Philis); y NetCommand for HDMI (Mitsubishi).

Para la comunicación de un dispositivo como Raspberry Pi es necesario instalar unas librerías adicionales. La librería en cuestión se trata de libCEC, aportada por pulse-eight que permite, en combinación con el hardware adecuado, controlar el dispositivo con el control remoto del televisor utilizando el cable HDMI existente.

#### **libCEC [52]:**

Es una plataforma que permite el CEC bus en HDMI, dando la posibilidad a los desarrolladores de interactuar con otros dispositivos de HDMI, sin tener que preocuparse por la sobrecarga de comunicación, la negociación, y las diversas formas de enviar un mensaje para cada proveedor.

Ya se utiliza en algunas de las plataformas de centros multimedia más populares en el mercado y el número de adoptantes está creciendo.

LibCEC es desarrollado por algunos de los desarrolladores más experimentados que juegan un papel activo en la configuración del futuro de CEC y HDMI.

Posee licencia dual, GPLv2/Commercial es libre de obtener y utilizar en un proyecto personal y debidamente autorizado para la adopción a gran escala de soluciones comerciales.

Debido a que se implementa respecto a las especificaciones de CEC, no todos los dispositivos del mercado compatibles con CEC lo son de la misma manera o con las mismas características, libCEC está diseñado en lo posible para evitar estas limitaciones.

### 3.3 DECISIONES DE GENERALES

En vista del estado del arte especificado en el apartado anterior, se han analizado las opciones disponibles y se han tomado una serie de decisiones:

#### 1. Utilización de Raspberry Pi.

Se debe de recalcar una vez más que el sistema de este TFG se desarrollará sobre el dispositivo Raspberry por requisito del propio proyecto. No obstante, comparándola con los dispositivos similares en la actualidad, se pueden destacar diversas ventajas frente a sus competidores:

- Este dispositivo, aunque pueda carecer de unas especificaciones de hardware más potentes en comparación con ordenadores personales de sobremesa o portátiles, esto también va ligado al precio del mismo, convirtiendo a la Raspberry en un aparato más económico y asequible. Además, ofrece un hardware suficiente y capaz para ejecutar este proyecto que se va a implementar.
- Otra de las grandes ventajas es que la comunidad Raspberry está muy extendida, existen numerosos proyectos sobre ello, lo que facilita mucho la realización de cualquier programa sobre la plataforma ya que existe mucha más información, documentación y soluciones de diversos tipos de desarrolladores.

#### 2. Implementación de la aplicación de cuestionarios.

En cuanto al desarrollo del programa de test, se pretendía mejorar la aplicación implementada en Flash que se ha mencionado en el apartado 2.2.3. Sin embargo, analizando y estudiando el soporte de Flash para Raspberry se descartó esta opción.

Se realizó una estimación y unas pruebas previas con Gnash. En esta fase se comprobó que no era posible la correcta comunicación entre el archivo Flash y el fichero en el que estaban ubicadas las preguntas (a su vez alojadas en un servidor PHP), estando el reproductor más acotado en el tema de comunicaciones externas a la película a reproducir.

Por tanto al no poderse satisfacer el requisito de usuario REQ\_U-09 especificado en el apartado 4.4.2, este aspecto marca un cambio en los objetivos iniciales del proyecto, teniendo que desarrollar la aplicación de cero en un lenguaje de programación compatible y más eficiente para la adaptación de la aplicación al dispositivo Raspberry Pi.

Tras un estudio de los diferentes entornos de desarrollo para la implementación de un programa pesado como es el que se quiere desarrollar en este caso, se ha escogido **Java** principalmente debido a la compatibilidad con el sistema operativo de la máquina

y a la cantidad de recursos disponibles sobre este lenguaje. Java se adapta mejor que otros lenguajes por diferentes motivos como:

- Ser un lenguaje independiente de la plataforma, es decir, cualquier programa creado a través de Java podrá funcionar correctamente en ordenadores de todo tipo y con sistemas operativos distintos, siendo este un tema vital para el proyecto.
- Con este lenguaje es posible hacer casi cualquier elemento o aplicación, además de las atractivas páginas web dinámicas que, mediante XML, ofrecen un diseño mucho más atractivo que una página estática. Además permite incluir sonido y objetos multimedia así como bases de datos y otras funcionalidades.
- Además está muy implantado, hoy en día existe casi cualquier tipo de documentación y proyecto que permiten realizar infinidad de funciones con este lenguaje, sin contar con la infinidad de librerías compatibles.

### **3. Ubicación de las preguntas.**

Se va a hacer uso de ficheros XML a partir de los cuales se obtendrán las preguntas a responder. Este XML estará ubicado en una carpeta local debido a que únicamente el administrador deberá de poder acceder a ello. Aun así el fichero deberá de estar debidamente cifrado para que, en el caso de acceder a la carpeta local no se muestre el contenido del mismo pudiendo obtener las respuestas correctas a los cuestionarios.

Por el mismo motivo, el fichero con el registro de las acciones del alumno y sus resultados estarán ubicados localmente en el sistema y almacenados también cifrados.

### **4. Comunicación con mando a distancia.**

Para la necesidad de comunicación de la aplicación con el mando a distancia de la televisión se ha decidido utilizar la solución de HDMI CEC. Mediante este sistema, al existir librerías destinadas para este fin, las cuales son de código abierto y libre, permitirán mediante unos retoques en su código una correcta adaptación a la función requerida.

Además esta opción no supondría un sobrecoste en el desarrollo del proyecto como en el caso de FLIRC y ahorrando el uso de un mayor número de dispositivos adicionales como en ese mismo caso o en el de utilizar el Smartphone como mando a distancia.

## 3.4 ENTORNO TECNOLÓGICO

Para la implementación del proyecto se utilizarán una serie de herramientas que servirán para satisfacer los requisitos configurados. A continuación se define todo este entorno que será el que se ha definido para desarrollar el sistema.

### 3.4.1 Hardware

La lista del hardware que se utilizará en el desarrollo del trabajo de fin de grado se compone por los siguientes elementos:

#### - Ordenador portátil Toshiba

- Modelo: Satellite A500-18Q.
- Procesador: Procesador Intel® Core™2 Duo P7450 @ 2.13 GHz.
- Sistema Operativo: Windows® 7 Home Premium 64-bit.
- Disco duro: 500GB.
- Memoria: 4,096 (2,048 + 2,048) MB DDR3 RAM (1,066 MHz).
- Tarjeta Gráfica: NVIDIA® GeForce® GT 230M con tecnología CUDA™.
- Monitor: Pantalla Toshiba TruBrite® HD TFT.

#### - Dispositivo Raspberry Pi

- Modelo: Raspberry Pi B.
- CPU: ARM1176JZF-S a 700 MHz (familia ARM11).
- GPU Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, -2 y VC-1, 1080p30 H.264/MPEG-4 AVC.
- Sistema Operativo: Debian (Raspbian).
- Memoria: SDRAM 512 MB (compartidos con la GPU).
- Almacenamiento: SD SanDisk 16 GB.

#### - Televisor SONY

- Modelo KDL-32R420A.

#### - Módem Comtrend

- Modelo: Comtrend CT-5361.

### 3.4.2 Software

A continuación se menciona el software necesario para la implementación y puesta a punto del sistema que se desea desarrollar:

- **Microsoft Office:** para el desarrollo de este tipo de trabajos o proyectos se necesita realizar un procesamiento de datos, presentaciones y creación de hojas de cálculo que servirán para el desarrollo de esta memoria.
- **Microsoft Visio:** herramienta que permite elaborar los diagramas formales necesarios para la consecución del proyecto.
- **Openssl:** utilizado con el fin de cifrar y descifrar el fichero de registro de las respuestas seleccionadas con sus tiempos correspondientes
- **Google Chrome:** utilizado para la búsqueda de información en Internet para el desarrollo del sistema implementado.
- **Adobe Reader:** software estándar utilizado para visualizar documentos PDF relacionados con este TFG a fin de elaborar un proyecto de calidad.
- **Notepad:** para la edición y creación de archivos de texto y código fuente de la aplicación así como los ficheros con las preguntas de los cuestionarios.
- **LeafPad:** Editor de texto de Raspbian para editar y visualizar archivos en el propio dispositivo para una mejor gestión.
- **Eclipse:** necesario para desarrollar la aplicación pesada en Java del cuestionario, realizar pruebas previas, etc.
- **Adobe Photoshop CC:** utilizado para la edición de las imágenes e iconos que se muestran y utilizan en la aplicación desarrollada.
- **SD Formatter:** programa utilizado para el formateo correcto de la tarjeta SD utilizada por la Raspberry Pi para posteriormente instalar su sistema operativo.
- **Win32 DiskImager:** herramienta utilizada para copiar imágenes de la tarjeta con el sistema desarrollado a otras tarjetas para su utilización. Usada también para la copia de la imagen base del sistema operativo virgen por defecto.
- **Xming:** servidor x para la conexión y acceso al dispositivo Raspberry para poder gestionar y administrar de una manera cómoda el contenido del sistema con la visualización de la interfaz del sistema operativo.
- **Putty:** cliente SSH para la conexión remota al dispositivo Raspberry.



# - CAPÍTULO 4 -

## ANÁLISIS DEL SISTEMA

## 4.1 MÉTODO DE TRABAJO

En este apartado se definirá el equipo de trabajo que va a ser el encargado de la realización del proyecto en su totalidad así como las fases en las que se dividirá la elaboración del sistema y el TFG en su totalidad. Cabe destacar que a lo largo de la memoria se usará la estandarización UML [53] para la elaboración de diagramas.

### 4.1.1 Equipo de trabajo

El equipo encargado de la realización de este trabajo de fin de grado estará compuesto por los siguientes integrantes:

- **Enrique Lillo García:** estudiante de la Universidad Carlos Tercero de Madrid en la titulación de Grado en Ingeniería Informática con la especialidad en Estructura de Computadores. Encargado del desarrollo de este TFG.
- **David Expósito Singh:** profesor del Departamento de Informática y perteneciente al grupo de Investigación de Arquitectura y Tecnología de Computadores, de la Escuela Politécnica Superior Universidad Carlos III de Madrid. Director y tutor del TFG.
- **Carlos Gómez Carrasco:** Personal investigador en formación de la Escuela Politécnica Superior Universidad Carlos III de Madrid. Co-Director y co-tutor del TFG.

### 4.1.2 Fases establecidas

Para abordar el proyecto se necesitará una división del mismo en distintas fases para su correcta planificación. Las fases que conformarán este conjunto serán las definidas a continuación:

- **Especulación:** período en el que se identifican los objetivos del proyecto, se define una planificación inicial y en la que se prepara y estudia el sistema utilizado durante el desarrollo del TFG.
- **Análisis:** fase en la que se lleva a cabo la extracción y refinamiento de los requisitos del sistema. Se especificarán los mismos elaborando los casos de uso correspondientes. Del mismo modo, se realizan estudios iniciales relacionados con el objetivo del proyecto.
- **Diseño:** etapa en la que se define la arquitectura del sistema a desarrollar, definiendo sus distintos componentes, las relaciones que los unen y el modelo de clases que define la información del sistema.

- **Implementación versión beta:** fase de elaboración de una versión inicial de prueba y de su instalación en el dispositivo.
- **Evaluación versión beta:** período en el que se realizan las pruebas pertinentes sobre el sistema y se ofrece la versión de prueba hacia alumnos de diferentes clases para obtener una opinión del que va a ser el usuario final.
- **Implementación versión 1.0:** fase en la que se corregirán los errores detectados en la versión beta ofreciendo un producto de mayor calidad.
- **Evaluación versión 1.0:** se realizarán unas pruebas más exhaustivas comprobando uso de CPU, consumo de memoria, tiempos de respuesta, etc.
- **Documentación:** fase compuesta por la redacción, edición y revisión de la memoria del TFG.

## 4.2 DEFINICIÓN DEL SISTEMA

La principal función que se quiere implementar es la de ofrecer material educativo en forma de cuestionarios para su realización por parte del alumno sin necesidad de un ordenador adicional o una conexión a Internet.

El visor del sistema se mostrará en una pantalla de televisor corriente ofreciendo una facilidad y comodidad mayor hacia el usuario a la hora de realizar un test concreto de una asignatura con el control directo sobre el sistema mediante el propio mando a distancia del televisor.

El sistema que abordará este objetivo se podrá utilizar o bien con vistas a la realización de cuestionarios para afianzar conceptos, o bien como cuestionarios de evaluación. Se pretende, con el fin comentado de ofrecer mayor nivel aprendizaje, permitir al alumno responder tantas veces como necesite una pregunta hasta encontrar la correcta de tal manera que el alumno aprenda de sus fallos aunque únicamente contabilice para el resultado final la primera opción elegida.

El objetivo final del proyecto de innovación será el de comprobar la dificultad que implica para un alumno un tema concreto, teniendo en cuenta el tiempo de respuesta del alumno en la realización de los cuestionarios y su nivel de acierto. El encargado de la comprobación de estos resultados deberá de tener acceso a un registro de las respuestas del alumno, generado al realizar un test determinando. De esta forma se podrá determinar qué temas necesitan ser explicados con mayor detenimiento y cuáles se han comprendido correctamente.

Por otro lado, se trata de adaptar un material docente a un dispositivo novedoso, como es el caso de la Raspberry Pi, que podrá servir de base para futuras prácticas creando un sistema portable y atractivo hacia el usuario al poder entrar en contacto y familiarizarse con nuevas tecnologías.

## 4.3 CASOS DE USO

En este apartado se definirán los casos de uso posibles en el sistema, especificando los actores que intervienen con ellos así como el detalle de cada uno de los casos.

### 4.3.1 Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso definido aparece representado en la Ilustración 27. En el diagrama aparecen dos usuarios distintos, el profesor o administrador que elabora y evalúa los cuestionarios; y el alumno encargado de realizarlos.

Existen tres casos de uso diferentes:

- Carga de cuestionarios: el profesor o administrador se encargará de cargar las nuevas preguntas a realizar en el cuestionario de manera cifrada.
- Realización del cuestionario: el alumno realizará un cuestionario de manera interactiva en su televisor respondiendo las preguntas correspondientes y comprobando su resultado final.
- Resultados y evaluación del cuestionario: el profesor se encargará de analizar las respuestas y resultados del alumno con el fin de otorgarle una calificación.

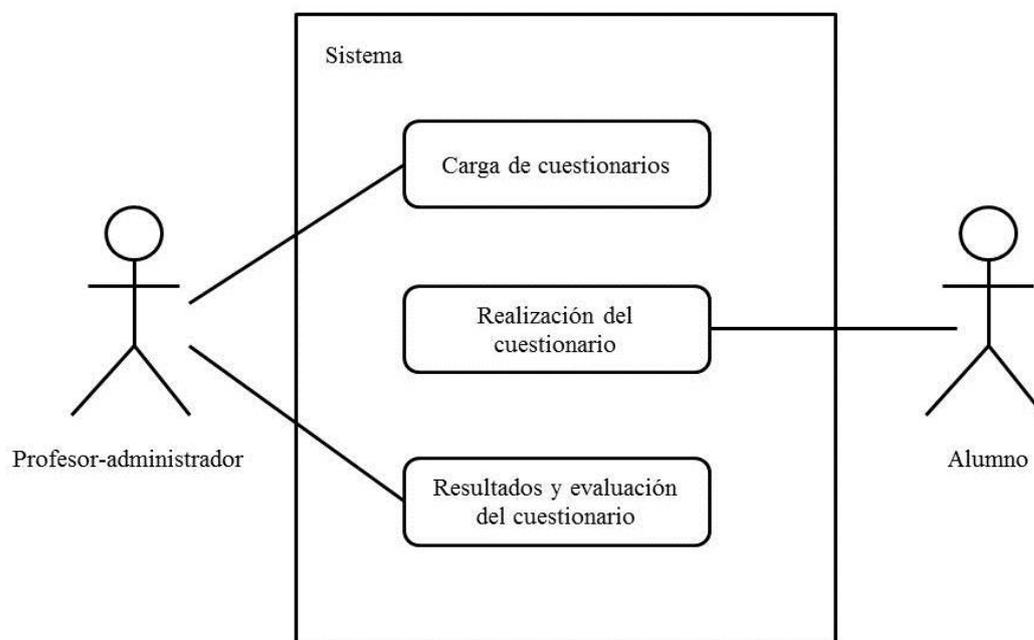


Ilustración 29. Diagrama de casos de uso

### 4.3.2 Especificación de los actores del sistema

El grupo de usuarios que van a participar en el análisis del problema estará formado por dos entidades:

- **Administrador** o profesor que imparte la clase, encargado de realizar las preguntas del cuestionario y evaluar al alumno.
- **Alumno**, encargado de la realización del cuestionario desde su propio televisor para su posterior calificación.

De esta forma se podrán analizar de una manera global las ventajas que ofrecerá la aplicación.

### 4.3.3 Especificación de los casos de uso

#### 4.4.3.1 Caso de uso #1

CU-01	Carga de cuestionarios	
Descripción	En este caso de uso el administrador o profesor se encargará de cargar en el dispositivo las nuevas preguntas a realizar posteriormente por el alumno.	
Actor	Profesor.	
Precondiciones	- Imagen de la tarjeta cargada en la SD que se va a utilizar. - Raspberry conectada a la red. - Conexión mediante un servidor x a la Raspberry.	
Flujo de acciones	1	El actor accederá al sistema mediante su contraseña y usuarios correspondientes y definidos.
	2	El sistema mostrará por pantalla el escritorio del sistema.
	3	El actor copiará en la carpeta correspondiente el fichero con las preguntas y respuestas en claro

	4	El actor cifrará mediante el programa creado para el cifrado el fichero subido.
	5	El actor apagará el dispositivo consiguiendo tener configurado un nuevo test a realizar
<b>Postcondiciones</b>	- Raspberry Pi configurada correctamente con el cuestionario en cuestión para la realización directa del mismo.	

**Tabla 2. Caso de uso CU-01**

#### 4.4.3.2 Caso de uso #2

<b>CU-02</b>	<b>Realización del cuestionario</b>	
<b>Descripción</b>	En este caso de uso el alumno realizará un cuestionario de manera interactiva en su televisor respondiendo las preguntas correspondientes y comprobando su resultado final.	
<b>Actor</b>	Alumno.	
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imagen de la tarjeta cargada en la SD que se va a utilizar.</li> <li>- TV encendida y Raspberry conectada por HDMI.</li> <li>- TV en el canal del HDMI correspondiente con su debido mando a distancia.</li> </ul>	
<b>Flujo de acciones</b>	1	El actor conectará la Raspberry a la corriente para iniciar su funcionamiento.
	2	El sistema mostrará por pantalla la pantalla principal de la aplicación.
	3	El actor mediante su mando accederá al cuestionario.

	4	El sistema muestra la pregunta correspondiente del cuestionario.
	5	El actor responde a la pregunta mediante su mando a distancia.
	6	El sistema compara la respuesta y muestra al usuario que su contestación es correcta.
	7	El actor pasa a la siguiente pregunta.
	8	Se vuelve al paso 4 hasta que se termina la última pregunta.
	9	El sistema muestra un resumen de las preguntas acertadas y las opciones de realizar un nuevo cuestionario o apagar el dispositivo. Además genera un log con las respuestas y resultados del alumno.
	10	El actor selecciona la opción de apagar el dispositivo.
	11	El sistema se apaga y el caso de uso finaliza.
<b>Postcondiciones</b>	- Raspberry en la que su tarjeta SD contiene los resultados del cuestionario listos para analizar y evaluar por el profesor.	
<b>Flujo alternativo</b>	6.1	El sistema compara la respuesta y muestra al usuario que su contestación es incorrecta y se vuelve al paso 5.
	10.1	El actor selecciona la opción de realizar un nuevo cuestionario y se vuelve al paso 4.

Tabla 3. Caso de uso CU-02

#### 4.4.3.3 Caso de uso #3

CU-03	Resultados y evaluación del cuestionario	
Descripción	En este caso de uso el administrador se encargará de visualizar los resultados obtenidos por el alumno y realizar una evaluación de los mismos.	
Actor	Profesor.	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"><li>- Imagen de la tarjeta cargada en la SD que se va a utilizar.</li><li>- Raspberry conectada a la red.</li><li>- Conexión mediante un servidor x a la Raspberry.</li></ul>	
Flujo de acciones	1	El actor accederá al sistema mediante su contraseña y usuarios correspondientes y definidos.
	2	El sistema mostrará por pantalla el escritorio del sistema.
	3	El actor accederá al directorio donde está alojados los log con los resultados y la interacción del alumno.
	4	Mediante el programa definido se descifrará el fichero para ver los resultados en claro.
	5	El actor conforme al contenido del log tomará las decisiones correspondientes a la hora de evaluar al alumno.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cuestionario evaluado y calificación del alumno lista.</li></ul>	

Tabla 4. Caso de uso CU-03

## 4.4 REQUISITOS DEL SISTEMA

En el apartado se especificará todo lo referente a los requisitos que debe de poseer el sistema, mostrando una visión de las condiciones o capacidades que el usuario necesita.

En primer lugar se mostrará la estructura general que sigue un requisito seguido de los requisitos de usuario y los requisitos Software tanto funcionales como no funcionales. Finalmente se resumen y se ponen en común los requisitos mediante una matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos Software.

### 4.4.1 Estructura del requisito

Cada requisito estará representado en este apartado por la plantilla representada en la siguiente tabla, en la que se definen sus atributos y especificaciones.

Id. Requisito REQ_X-xx	
Nombre	
Fuente	<input type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 5. Plantilla requisitos

A continuación se detallan los atributos que se tendrán en cuenta en los requisitos mostrados en la plantilla y los posibles valores que pueden tomar:

- **Id. Requisito:** es el identificador del requisito. Sigue el formato REQ\_ seguido de U-xx si es de usuario, SF-xx si es funcional de Software o SNF-xx si es no funcional de software. Todo ello siendo xx el número de requisito que comienza en 01 para cada tipo de requisito.
- **Nombre:** es el nombre identificativo del requisito.
- **Fuente:** es el origen del requisito, es decir, el stakeholder responsable de su identificación.
- **Descripción:** breve resumen del requisito.

- **Prioridad:** indica la preferencia al tener en cuenta el requisito en el proceso de desarrollo del sistema. Podrá tomar los valores “Alta”, “Media” o “Baja”.
- **Necesidad:** especifica la exigencia de que se cumpla el requisito para que el sistema funcione de forma correcta. Este campo podrá tomar los valores de “Esencial” que indica que hay que cumplir el requisito sin discusión alguna, o de “Deseable” u “Opcional”, para requisitos de menor importancia que están abiertos a negociaciones en caso de que fuese preciso.
- **Estabilidad:** Estimación de la probabilidad de cambio del requisito a lo largo del proyecto. Los valores que puede tomar son: “Alta”, indica que es muy poco probable que el requisito varíe; “Media”, y “Baja”, que indica que es muy probable que el requisito cambie.
- **Impacto estabilidad:** Indica el impacto que puede tener la modificación a posteriori del requisito. Los valores que puede tomar son: “Alto”, “Medio” o “Bajo”.

#### 4.4.2 Requisitos de usuario

En este apartado se detallan los requisitos capturados del cliente, estos requisitos servirán para plantear el problema en cuestión que se quiere abordar.

REQ_U-01	
Nombre	Aplicación cuestionarios
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Se debe de desarrollar una aplicación en la que se permita responder a una serie de preguntas en forma de cuestionarios.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 6. REQ\_U-01. Aplicación Cuestionarios

REQ_U-02	
Nombre	Aplicación compatible con Raspberry Pi
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación se debe de ejecutar de manera correcta en el dispositivo Raspberry Pi.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 7. REQ\_U-02. App Compatible con Raspberry Pi

REQ_U-03	
Nombre	Conexión TV
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación deberá de visualizarse correctamente en un televisor.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 8. REQ\_U-03. Conexión TV

REQ_U-04	
Nombre	Control con mando a distancia
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación deberá de poder controlarse únicamente con el mando a distancia del televisor.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 9. REQ\_U-04. Control con mando a distancia

REQ_U-05	
Nombre	Inicio automático
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación deberá de ejecutarse automáticamente al conectar el dispositivo.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 10. REQ\_U-05. Inicio automático

REQ_U-06	
Nombre	Registro de resultados para el profesor
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación deberá generar un registro de los resultados y las preguntas respondidas por el alumno.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 11. REQ\_U-06. Registro de resultados para el profesor

REQ_U-07	
Nombre	Registro de tiempos de respuesta
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación deberá generar un registro con el tiempo de respuesta de las diferentes preguntas del test.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 12. REQ\_U-07. Registro de tiempos de respuesta

REQ_U-08	
Nombre	Otorgar seguridad a los datos del test
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Tanto los datos de las preguntas como el fichero de log deberán estar protegidos ante accesos no autorizados.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 13. REQ\_U-08. Otorgar seguridad a los datos del test

REQ_U-09	
Nombre	Ubicación de preguntas en un medio externo a la aplicación.
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Los datos de la preguntas deberán de ser cargados de un fichero externo a la propia aplicación.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 14. REQ\_U-09. Ubicación de preguntas en un medio externo a la aplicación

REQ_U-10	
Nombre	Otorgar aleatoriedad a las preguntas del test
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación deberá de captar de manera aleatoria las preguntas del test del fichero donde están contenidas.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 15. REQ\_U-10. Otorgar aleatoriedad a las preguntas del test

REQ_U-11	
Nombre	Realización de varios test
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación deberá ofrecer la opción de realizar un nuevo test al finalizar.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 16. REQ\_U-11. Realización de varios test

REQ_U-12	
Nombre	Nuevo intento al fallar una pregunta
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Se permitirá al alumno aunque falle, responder de nuevo a la pregunta hasta encontrar la respuesta correcta (aunque se contará para la evaluación solo la primera pregunta).
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 17. REQ\_U-12. Nuevo intento al fallar una pregunta

REQ_U-13	
Nombre	Visualización del resultado de la respuesta seleccionada
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Al seleccionar una pregunta se deberá mostrar si la pregunta es correcta o incorrecta.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 18. REQ\_U-13. Visualización del resultado de la respuesta seleccionada

REQ_U-14	
Nombre	Recuento final
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación deberá de mostrar un recuento final con el número de respuestas correctas respecto al total.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 19. REQ\_U-14. Recuento final

REQ_U-15	
Nombre	Opción apagar Raspberry
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Al finalizar un test el usuario tendrá la posibilidad de apagar el dispositivo.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 20. REQ\_U-15. Opción apagar Raspberry

REQ_U-16	
Nombre	Logotipo UC3M
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Se deberá mostrar en algún momento el logotipo de la universidad.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 21. REQ\_U-16. Logotipo UC3M

REQ_U-17	
Nombre	Contador de tiempo
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Se deberá mostrar en pantalla un contador con el tiempo consumido en el cuestionario.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 22. REQ\_U-17. Contador de tiempo

#### 4.4.3 Requisitos de software

Este tipo de requisitos estará compuesto por dos clases de requisitos a su vez, requisitos funcionales y requisitos no funcionales.

##### Requisitos funcionales

REQ_SF-01	
Nombre	Tipo de cuestionario.
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Se deberá de elaborar una aplicación que simule a un cuestionario, el cual tendrá única respuesta correcta.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 23. REQ\_SF-01. Tipo de cuestionario

REQ_SF-02	
Nombre	Número de preguntas cuestionario
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El cuestionario implementado deberá estar compuesto por 10 preguntas.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 24. REQ\_SF-02. Número de preguntas

REQ_SF-03	
Nombre	Display en pantalla
Fuente	<input type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación deberá de visualizarse correctamente en una pantalla de televisor a pantalla completa.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 25. REQ\_SF-03. Display en pantalla

REQ_SF-04	
Nombre	Botones arriba y abajo
Fuente	<input type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Los botones de la cruceta del mando a distancia arriba y abajo servirán para navegar entre las opciones posibles de una pregunta.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 26. REQ\_SF-04. Botones arriba y abajo

REQ_SF-05	
Nombre	Botón enter
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El botón enter del mando a distancia confirmará la elección de una pregunta y en la pantalla inicial iniciará un test.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 27. REQ\_SF-05. Botón enter

REQ_SF-06	
Nombre	Botones derecha e izquierda
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El botón derecha de la crucera del mando servirá para pasar a la pregunta siguiente. Estos botones además servirán para navegar entre opciones de la aplicación.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 28. REQ\_SF-06. Botones derecha e izquierda

REQ_SF-07	
Nombre	Ejecución de la aplicación
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La aplicación del cuestionario deberá de ejecutarse automáticamente al conectar el dispositivo a la corriente.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 29. REQ\_SF-07. Ejecución de la aplicación

REQ_SF-08	
Nombre	Fichero de registro
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Se creará un fichero de registro que contendrá los resultados y los tiempos de pulsación en el cuestionario.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 30. REQ\_SF-08. Fichero de registro

REQ_SF-09	
Nombre	Ubicación de preguntas
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Las preguntas del cuestionario deberán de estar contenidas en un archivo externo a la aplicación, pero en el propio dispositivo.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 31. REQ\_SF-09. Ubicación preguntas

REQ_SF-10	
Nombre	Cifrado del registro
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El fichero de registro deberá de ser cifrado impidiendo el acceso a usuarios no autorizados.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 32. REQ\_SF-10. Cifrado del registro

REQ_SF-11	
Nombre	Cifrado de los enunciados
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Los enunciados contenidos en el archivo de preguntas deben de estar debidamente cifradas.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 33. REQ\_SF-11. Cifrado de los enunciados

REQ_SF-12	
Nombre	Cifrado de las respuestas
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Las respuestas contenidas en el archivo de preguntas deben de estar debidamente cifradas.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 34. REQ\_SF-12. Cifrado de las respuestas

REQ_SF-13	
Nombre	Cifrado de las opciones
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Las opciones contenidas en el fichero de preguntas deben de estar debidamente cifradas.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 35. REQ\_SF-13. Cifrado de las opciones

REQ_SF-14	
Nombre	Mostrar opciones aleatorias
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Las preguntas con sus respuestas y opciones estarán contenidas en un fichero XML.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 36. REQ\_SF-14. Mostrar opciones aleatorias

REQ_SF-15	
Nombre	Generar nuevo test
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Al finalizar el test se tendrá la opción de realizar otro con unas preguntas seleccionadas aleatoriamente de nuevo.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 37. REQ\_SF-15. Generar nuevo test

REQ_SF-16	
Nombre	Notificar pregunta correcta
Fuente	<input type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	En el caso de responder correctamente se mostrará el texto <i>Correcta</i> y se resaltará de color verde.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 38. REQ\_SF-16. Notificar pregunta correcta

REQ_SF-17	
Nombre	Notificar pregunta incorrecta
Fuente	<input type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	En el caso de responder incorrectamente se mostrará el texto <i>Incorrecta</i> y se resaltará de color rojo.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 39. REQ\_SF-17. Notificar pregunta incorrecta

REQ_SF-18	
Nombre	Paso siguiente pregunta
Fuente	<input type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La opción de pasar a la siguiente pregunta se habilitará solo en el caso de responder correctamente a una pregunta.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 40. REQ\_SF-18. Paso siguiente pregunta

REQ_SF-19	
Nombre	Mostrar estado pregunta actual
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	En cada pregunta deberá de aparecer la pregunta en la que se encuentra el usuario para conocer una visión del progreso en el cuestionario.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 41. REQ\_SF-19. Mostrar estado pregunta actual

REQ_SF-20	
Nombre	Mostrar estado apagando
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Se deberá de mostrar una indicación de que se está apagando el dispositivo cuando se elija apagar.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 42. REQ\_SF-20. Mostrar estado apagando

### Requisitos no funcionales

REQ_SNF-01	
Nombre	Sistema operativo Raspbian
Fuente	<input type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Se utilizará Raspbian (linux) como sistema operativo base para el sistema de la Raspberry.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 43. REQ\_SNF-01. Sistema operativo Raspbian

REQ_SNF-02	
Nombre	Conexión HDMI
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	La conexión entre el televisor y el dispositivo Raspberry Pi será mediante cable HDMI.
Prioridad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 44. REQ\_SNF-02. Conexión HDMI

REQ_SNF-03	
Nombre	Tiempo respuesta mando
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El tiempo de respuesta entre la pulsación y la visualización en pantalla no será superior a 2 segundos.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 45. REQ\_SNF-03. Tiempo respuesta mando

REQ_SNF-04	
Nombre	Archivo preguntas XML
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Las preguntas con sus respuestas y opciones estarán contenidas en un fichero XML.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 46. REQ\_SNF-04. Fichero XML preguntas

REQ_SNF-05	
Nombre	Formato fichero XML
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El fichero XML tendrá el formato de árbol “cuestión->pregunta-> respuesta A, respuesta A, respuesta A, respuesta A ->solución”.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 47. REQ\_SNF-05. Formato fichero XML

REQ_SNF-06	
Nombre	Fichero registro en .txt
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El registro de pulsaciones, tiempos y resultados estarán recogidos en un fichero .txt.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 48. REQ\_SNF-06. Fichero registro en .txt

REQ_SNF-07	
Nombre	Identificador fichero de registro
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	Se creará un fichero de registro por cada nuevo intento de un test y estará identificado con la fecha y hora con precisión de segundos como nombre.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 49. REQ\_SNF-07. Identificador fichero de registro

REQ_SNF-08	
Nombre	Formato fichero de registro
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El fichero de registro deberá de contener los datos: fecha, hora, numPregunta, Opción Seleccionada y resultado.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo

Tabla 50. REQ\_SNF-08. Formato fichero de registro

REQ_SNF-09	
Nombre	Tiempo inicio aplicación
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El tiempo de inicio de la aplicación no debe de ser superior a dos minutos.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 51. REQ\_SNF-09. Tiempo inicio aplicación

REQ_SNF-10	
Nombre	Tamaño fuente resultados
Fuente	<input checked="" type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El tamaño de la fuente de los resultados finales deberá de ser mayor que el usado a lo largo de la aplicación.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 52. REQ\_SNF-10. Tamaño fuente resultados

REQ_SNF-11	
Nombre	Posición logotipo UC3M
Fuente	<input type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El tamaño de la fuente de los resultados finales deberá de ser mayor que el usado a lo largo de la aplicación.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 53. REQ\_SNF-11. Posición logotipo UC3M

REQ_SNF-12	
Nombre	Precisión del timer
Fuente	<input type="checkbox"/> Tutores <input checked="" type="checkbox"/> Alumno
Descripción	El contador de tiempo se mostrará con una precisión de minutos y segundos MM:SS.
Prioridad	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Impacto Estabilidad	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo

Tabla 54. REQ\_SNF-14. Precisión del timer

#### 4.4.4 Matriz de trazabilidad requisitos usuario - requisitos software

	REQ_U-01	REQ_U-02	REQ_U-03	REQ_U-04	REQ_U-05	REQ_U-06	REQ_U-07	REQ_U-08	REQ_U-09	REQ_U-10	REQ_U-11	REQ_U-12	REQ_U-13	REQ_U-14	REQ_U-15	REQ_U-16	REQ_U-17
REQ_SF-01	X																
REQ_SF-02	X																
REQ_SF-03			X														
REQ_SF-04			X	X													
REQ_SF-05			X	X													
REQ_SF-06			X	X													
REQ_SF-07					X												
REQ_SF-08						X	X										
REQ_SF-09									X								
REQ_SF-10						X	X	X									
REQ_SF-11								X	X								
REQ_SF-12								X	X								
REQ_SF-13								X	X								
REQ_SF-14								X									
REQ_SF-15										X	X						
REQ_SF-16	X												X				
REQ_SF-17	X												X				
REQ_SF-18	X											X					
REQ_SF-19	X																
REQ_SF-20															X		
REQ_SNF-01		X															
REQ_SNF-02			X	X													
REQ_SNF-03				X													
REQ_SNF-04									X								
REQ_SNF-05									X								
REQ_SNF-06						X	X										
REQ_SNF-07						X	X										
REQ_SNF-08						X	X										
REQ_SNF-09					X												
REQ_SNF-10														X			



REQ_SNF-11																	X	
REQ_SNF-12																		X

Tabla 55. Matriz Trazabilidad REQ\_U - REQ\_S



# - CAPÍTULO 5 -

# DISEÑO DEL SISTEMA

## 5.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En este apartado se define la estructura que tendrá el sistema a desarrollar en este trabajo de fin de grado. En la siguiente ilustración se puede observar un esquema general de la aplicación.

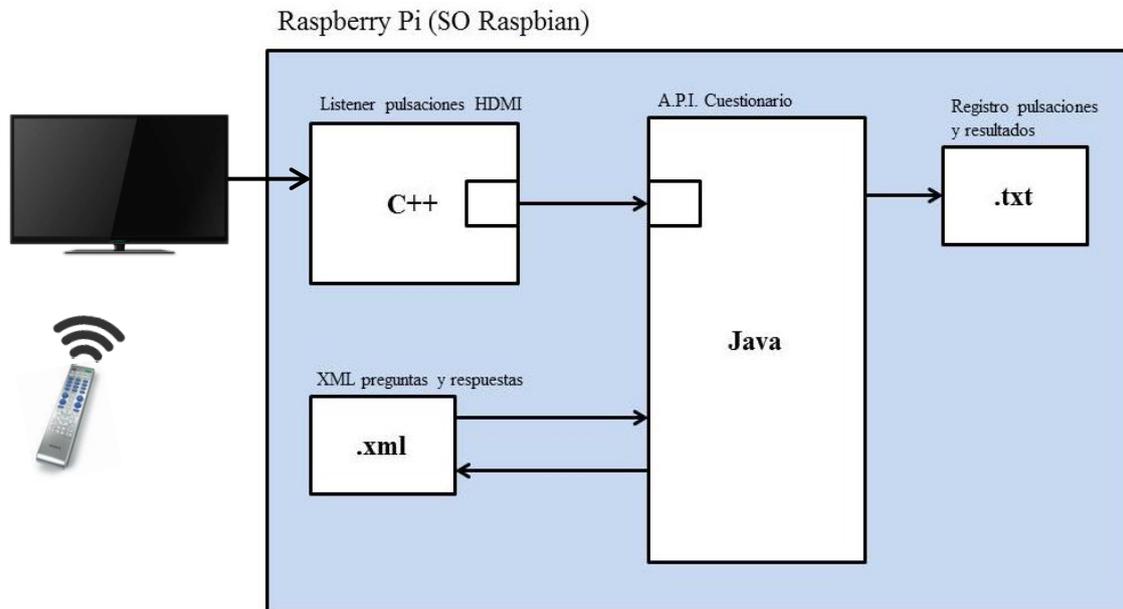


Ilustración 30. Arquitectura del sistema

En la ilustración se puede ver que se pretenden relacionar dos dispositivos distintos como son un televisor corriente y la Raspberry Pi equipada con el sistema particular a implementar. Ambos deberán de estar conectados mediante HDMI para la correcta visualización de la interfaz del sistema. Para la alimentación de la Raspberry se podrá o bien conectar con su transformador a la corriente o, para mayor comodidad, conectarla mediante USB al propio televisor evitando ocupar una nueva toma de corriente.

En cuanto a la estructura del sistema a realizar, se divide en cuatro módulos:

- Por un lado un programa que será el responsable de escuchar si se produce alguna pulsación mediante el mando a distancia. Este programa estará basado en la librería libCEC comentada en el apartado de entorno de desarrollo, adaptado a la comunicación con la aplicación a implementar. El programa será programado en C++ siguiendo el lenguaje definido en la librería.
- El fichero con los enunciados, preguntas y respuestas del cuestionario será un fichero .xml con una estructura definida y con su contenido debidamente protegido mediante técnicas de cifrado.
- La aplicación pesada del cuestionario con su interfaz propia definida estará programada en java y será la encargada de leer las preguntas del fichero en el que

están contenidas y de recibir y gestionar las pulsaciones que le comunica el primer programa explicado.

- Por último existirá otro fichero generado por la aplicación java que contendrá el registro de las pulsaciones del alumno sobre las opciones de las preguntas y sus resultados. Se generará un fichero de texto por cada intento de cuestionario de cada alumno con un nombre identificador característico.

Por mencionar el funcionamiento del sistema, la aplicación pesada java será el bloque fuerte del sistema. La aplicación cargará y descifrará en cada intento las preguntas del XML y que, mediante la comunicación con el programa listener de pulsaciones a través de sockets, determinará la opción elegida por el usuario e irá registrando lo realizado en el fichero .txt para la posterior comprobación y evaluación por parte del profesor.

## 5.2 MODELO DE INFORMACIÓN

En este apartado se define el modelo de datos principal del problema en cuestión. En primer lugar se mostrará en forma de diagrama de clases UML y posteriormente se especificará cada una de estas clases o entidades.

### 5.2.1 Diagrama de clases

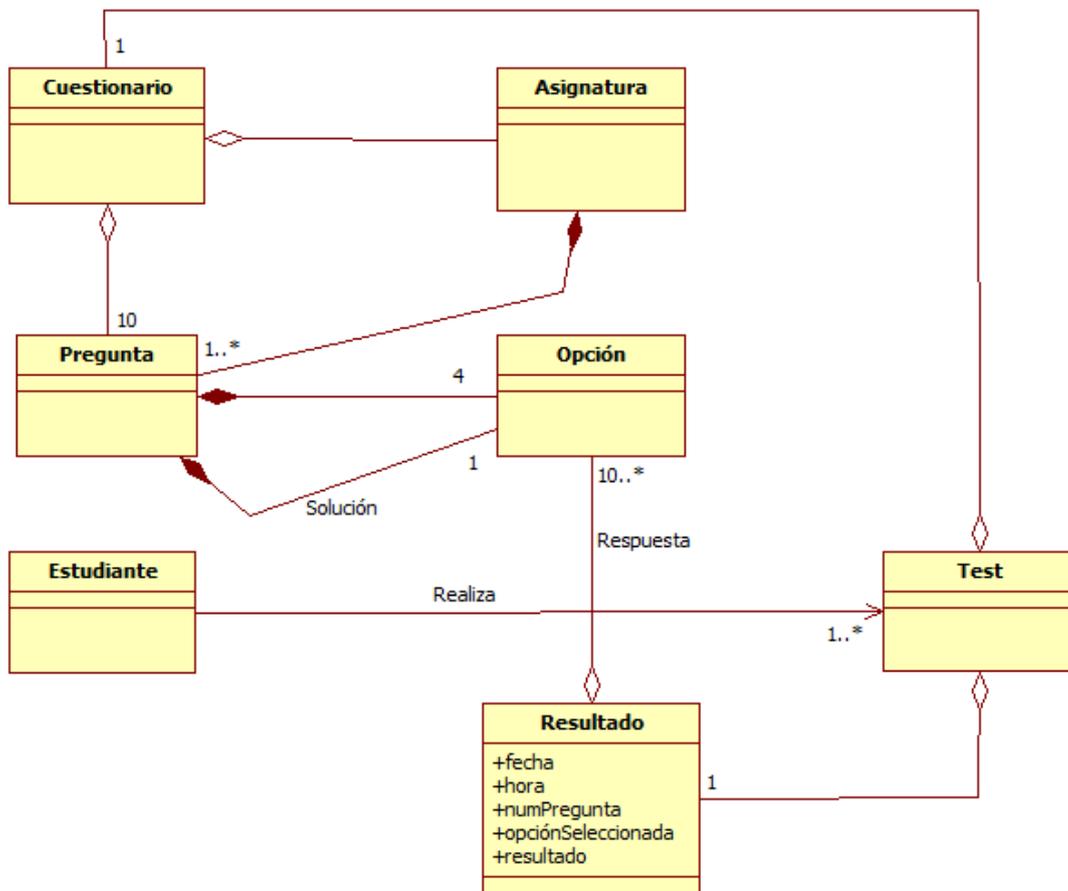


Ilustración 31. Diagrama de clases de la aplicación

Todas las clases del diagrama., así como la relación entre ellas se explicarán en más detalle en el siguiente apartado de especificación de clases.

## 5.2.2 Especificación de clases

Como se puede observar, el diagrama de clases confeccionado en el anterior punto está formado por los siguientes elementos:

- **Cuestionario:** se trata del formulario estático compuesto de preguntas de una asignatura determinada. El cuestionario tendrá una asignatura concreta y estará formado por diez preguntas pudiendo pertenecer éstas a otro cuestionario distinto.
- **Asignatura:** Se trata de la disciplina académica o campo de estudio. Una asignatura estará compuesta por al menos una pregunta.
- **Pregunta:** se refiere a la totalidad de una pregunta a resolver con su respectivo enunciado, opciones y solución. Una pregunta estará compuesta por cuatro opciones de las cuales una será la solución.
- **Opción:** cada una de las posibles elecciones que puede escoger el usuario sobre una pregunta concreta. Una opción podrá ser solución si se trata de la opción correcta ya que se tratará de un cuestionario con respuesta única.
- **Test:** cuestionario en ejecución que realizará un estudiante. Un test tendrá agregado un cuestionario y cada test generará los resultados de su ejecución.
- **Resultado:** contendrá la información generada en la ejecución de un test recogiendo la fecha y la hora, el número de pregunta respondida, la opción seleccionada y su resultado correcto o incorrecto.
- **Estudiante:** es el usuario encargado de la realización de un test. Y al que estarán asociados los resultados de su ejecución. El alumno podrá realizar tantos test como desee.

### 5.3 DISEÑO DE LA INTERFAZ

La aplicación pesada en java deberá de tener una interfaz sencilla compuesta principalmente de tres pantallas diferentes: la pantalla principal de inicio de la aplicación, las pantallas de las preguntas que se irán mostrando para contestar y por último la pantalla final con los resultados del test. El diseño será similar al siguiente:

#### Pantalla de inicio

En esta pantalla simplemente se pretende mostrar una página principal que indique que el cuestionario comenzará al pulsar el botón de Enter del mando a distancia.



**Ilustración 32. Diseño pantalla inicio**

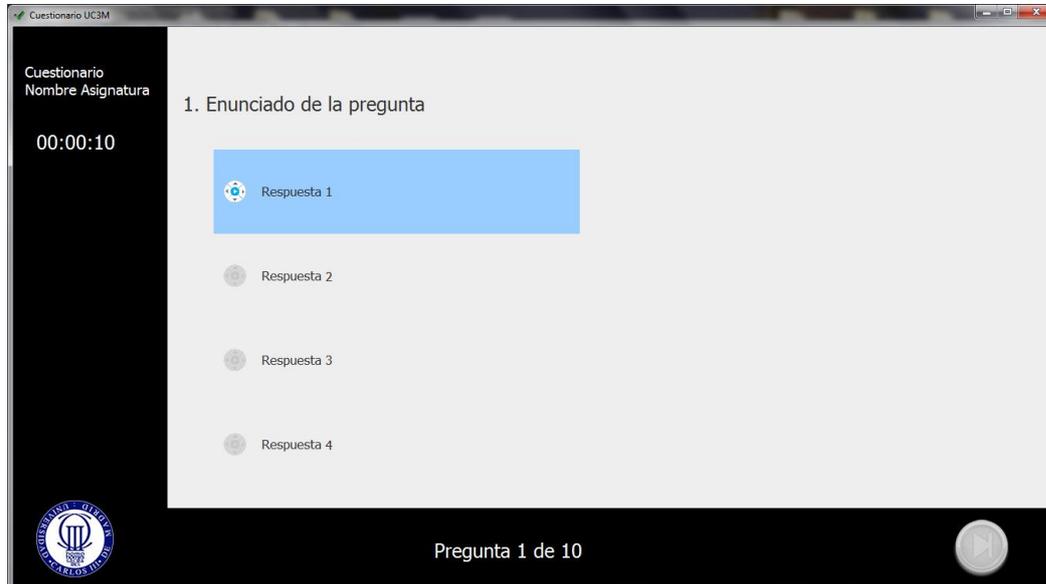
#### Pantalla de pregunta actual

Las pantallas en las que aparecen las distintas preguntas mostrarán en su posición más alta el enunciado de la pregunta acompañado de su número. Debajo, dispuestas en forma de columna, las cuatro posibles opciones del test haciendo que la selección de una respuesta solo implique moverse con las teclas arriba y abajo del mando a distancia.

En la parte baja de la pantalla se mostrará un resumen de la pregunta en la que se encuentra el usuario respecto al número total.

En la parte izquierda se deberá de visualizar el contador de tiempo, así como el logotipo de la universidad de manera que no distraiga la atención de la parte principal de la aplicación que es el test situado en el centro de la pantalla.

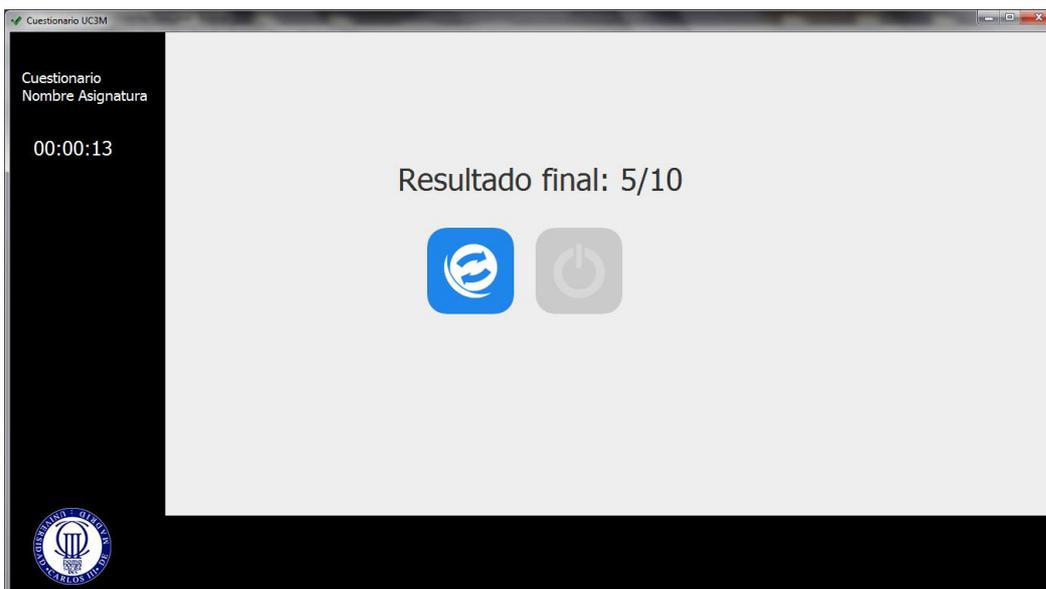
Por último, un botón en la esquina inferior derecha que indicará la posibilidad de pasar a la siguiente pregunta. Estando habilitado éste únicamente cuando se haya respondido correctamente, para asegurarse de que el alumno ha visualizado la pregunta que es correcta pese a haber fallado anteriormente.



**Ilustración 33. Diseño pantalla de pregunta actual**

### Pantalla final de resultados

En esta pantalla deberá de aparecer el número de preguntas contestadas correctamente respecto al total. Debajo de esta información se mostrarán dos botones, uno para realizar un nuevo cuestionario, y otro para apagar el sistema y terminar con su ejecución.



**Ilustración 34. Diseño pantalla final de resultados**

## 5.4 DEFINICIÓN DE IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se definen las partes básicas del código a desarrollar comentando brevemente la funcionalidad y composición de sus módulos principales.

### **Listener de pulsaciones**

Se trata de un programa en c++ basado en cec-client y del cual se tomará como base el método de reconocimiento de las teclas pulsadas. Este programa deberá de ser ejecutado justo antes de la aplicación en java que se explicará más adelante estando comunicada con ella mediante un socket a través del cual se envía la información de la tecla pulsada para procesarla posteriormente.

### **Aplicación java de cifrado de XML**

Esta aplicación contiene una sola clase en la que se cifran los enunciados, opciones y respuestas correctas del fichero XML que contiene las preguntas que forman un cuestionario elaborado por el profesor de la asignatura.

El algoritmo de cifrado utilizado será RSA [54] aportando un correcto grado de seguridad a los datos en cuestión. Al ejecutar la aplicación se creará el par de claves necesarias pública y privada y se guardarán en el sistema de manera segura en un keyStore con su propia contraseña. A continuación se cargará la clave pública con la que se cifrará el contenido de las etiquetas que se con el contenido comentado anteriormente.

### **Fichero de configuración del cuestionario**

Fichero .properties en el que se deben de definir los parámetros de configuración deseados por el administrador pudiendo indicar la ruta y nombre del fichero XML con las preguntas cifradas, el número de preguntas de las que estará compuesto el cuestionario y el título que aparecerá en la interfaz del test en ejecución con la asignatura que corresponda.

### **Aplicación java de realización de cuestionarios**

Se trata de la aplicación java que contendrá la lógica correspondiente con el cuestionario así como la parte de la interfaz gráfica. La aplicación estará compuesta por las siguientes clases principales:

- Clase Configuración: clase en la que se especifica la ruta del fichero de configuración y que contiene los métodos de carga y lectura del fichero en cuestión y de sus propiedades definidas.
- Clase Lector XML: clase con los métodos necesarios para cargar las claves de descifrado creadas al cifrar anteriormente, y descifrar con la clave privada el contenido cifrado determinado entre las etiquetas del XML definido con las

preguntas de un cuestionario. Primero se localizará en el fichero la pregunta escogida aleatoriamente a descifrar y posteriormente se descifrará el contenido de sus etiquetas mostrándolo en claro por pantalla.

- Clase Timer: clase que a partir de la hora actual capta marcas de tiempo cada segundo, lo pasa a formato horas: minutos: segundos y lo devuelve para ser escrito por pantalla e ir avanzando a modo de reloj.
- Clase Test: clase principal en la que se encuentra el método main. En esta clase básicamente se definirá la interfaz de la aplicación. Se lanzará un thread que continuamente estará a la espera de recibir una tecla pulsada del programa listener de pulsaciones que se estará ejecutando por detrás. Dependiendo del dato de tecla que reciba realizará una operación distinta como cambiar la interfaz o escribir en el fichero de registro mediante sucesivas condiciones.  
Además se lanzará otro hilo con el timer para actualizar el tiempo correctamente.

### **Distribución en el sistema de ficheros**

En este punto se hablará de la estructura y distribución que adoptarán estas aplicaciones así como los archivos necesarios para la correcta ejecución del sistema. Los dos ejecutables java estarán ubicados en el Escritorio del usuario permitiendo el acceso rápido a ellos.

En el caso de cec-client, al ser una librería se encontrará junto con las demás librerías del sistema dentro de la carpeta libcec-master.

El resto de archivos necesarios como son imágenes, fichero de preguntas, claves pública y privada y registros de test realizados, estarán ubicados dentro de una carpeta de recursos (resources) situada igualmente en el Escritorio. Dentro de esta carpeta existirá una estructura propia en la que en la carpeta keys estará contenido el par de claves de cifrado; en la carpeta images las imágenes utilizadas en y visibles en la interfaz del programa; en el directorio logs se encontrarán todos los registros de realización de test realizados. En el directorio la raíz del directorio resources sin una carpeta propia se encontrarán los archivos de configuración y XML con las preguntas.

Para la correcta ejecución del programa se deberán de modificar además diversos archivos de configuración del sistema, para acceder sin introducir contraseña y que se cargue el programa directamente y sin mostrar el cursor se deberá de modificar el fichero /etc/lightdm/lightdm.conf.

Para lanzar la aplicación al iniciar el sistema, se deberá de crear un script (definido en el fichero de configuración comentado anteriormente) que ejecute en primer lugar el proceso cec-client para obtener todas las pulsaciones desde el comienzo, y a continuación lance la aplicación de cuestionarios una vez que el listener esté en marcha.

## 5.5 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD

A continuación se muestra el diagrama de actividad correspondiente a la aplicación de cuestionarios pudiendo observar las operaciones que realiza el sistema dependiendo de la interacción con el usuario.

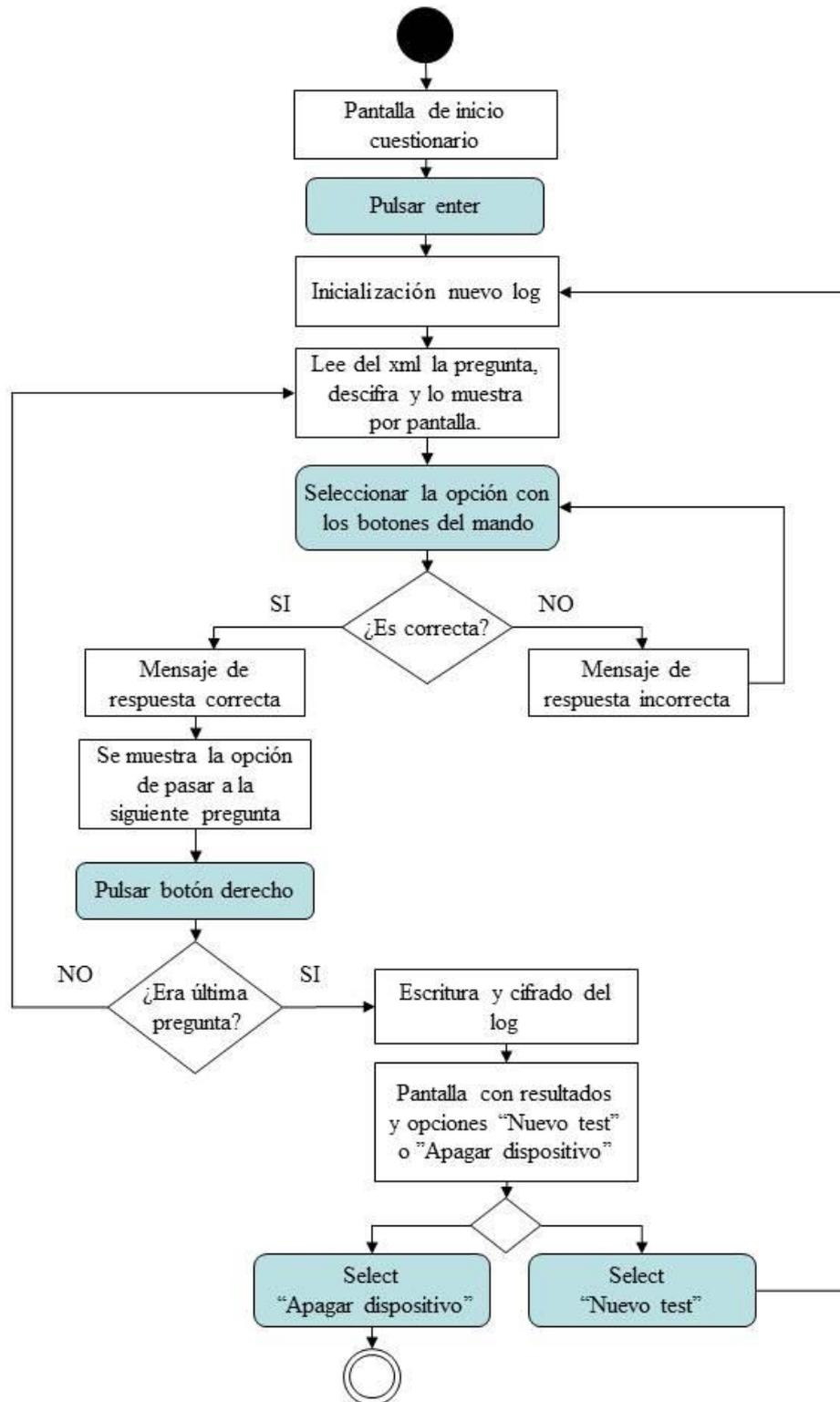


Ilustración 35. Diagrama de actividad de la aplicación

En la ilustración 33 se puede observar el diagrama de actividad de la aplicación. Los rectángulos blancos serán las acciones realizadas por el sistema y las pantallas que va mostrando, los rectángulos de color azul con bordes redondeados serán las acciones del usuario sobre el sistema, finalmente los rombos serán las decisiones de lógica interna al sistema.

Como se puede ver en el diagrama, la aplicación comienza mostrando una página principal de inicio en la cual se indica que pulsando “Enter” comenzará el cuestionario. Al pulsar el botón, la aplicación generará un nuevo log vacío con el nombre identificativo unívoco establecido, posteriormente se leerá el XML con las preguntas cifradas y el sistema descifrará la pregunta que corresponda y la mostrará por pantalla.

Siguiendo con la actividad el usuario deberá de contestar a la pregunta interactuando mediante su mando a distancia, si la respuesta es incorrecta se mostrará un mensaje que lo indique y se permitirá responder de nuevo a la pregunta hasta acertarla; si la respuesta es correcta, la aplicación mostrará el mensaje correspondiente y se podrá visualizar la opción de pasar a la siguiente pregunta.

Al pulsar el botón derecho de la cruceta central del mando, el usuario accederá a la siguiente pregunta o se mostrará, si se ha respondido a la última pregunta, una pantalla final con los resultados y las opciones de realizar un nuevo test o de apagar el dispositivo. Al mostrar esta última pantalla se escribirá en el log creado al comienzo del test el contenido recogido de los tiempos de pulsación y resultados del cuestionario.

A continuación, si el usuario selecciona la opción de apagar, la aplicación llegará a su punto final y se procederá a apagar el dispositivo. En el caso de que el usuario seleccione la opción de realizar un nuevo test, el programa volverá al paso de crear un nuevo log correspondiente al nuevo test y se realizará de nuevo todo el proceso explicado anteriormente con unas nuevas preguntas cargadas aleatoriamente, hasta que se decida apagar el dispositivo Raspberry Pi y se finalice la ejecución del sistema.



# - CAPÍTULO 6 -

## PRUEBAS Y CORRECCIONES

## 6.1 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE PRUEBAS

Hay que resaltar que el entorno en el que se realizarán las pruebas variaría dependiendo del tipo de pruebas realizadas.

Para las pruebas de funcionalidad básicas realizadas en nuestros propios sistemas se ha utilizado básicamente el mismo equipamiento que el especificado para el desarrollo del sistema, y es el siguiente:

### - Ordenador portátil Toshiba

- Modelo: Satellite A500-18Q.
- Procesador: Procesador Intel® Core™2 Duo P7450 @ 2.13 GHz.
- Sistema Operativo: Windows® 7 Home Premium 64-bit.
- Disco duro: 500GB.
- Memoria: 4,096 (2,048 + 2,048) MB DDR3 RAM (1,066 MHz).
- Tarjeta Gráfica: NVIDIA® GeForce® GT 230M con tecnología CUDA™.
- Monitor: Pantalla Toshiba TruBrite® HD TFT.

### - Dispositivo Raspberry Pi

- Modelo: Raspberry Pi B.
- CPU: ARM1176JZF-S a 700 MHz (familia ARM11).
- GPU Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, -2 y VC-1, 1080p30 H.264/MPEG-4 AVC.
- Sistema Operativo: Debian (Raspbian).
- Memoria: SDRAM 512 MB (compartidos con la GPU).
- Almacenamiento: SD SanDisk 16 GB.

### - Televisor SONY

- Modelo KDL-32R420A.

### - Televisor SAMSUNG

- Modelo UE32EH5300.

Para la otra parte de pruebas, pruebas prácticas que realizan los propios alumnos de asignaturas concretas, el dispositivo Raspberry Pi tendrá las mismas características, pero el televisor usado variará dependiendo del que posea cada alumno en su caso particular.

## 6.2 PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD

En este apartado se definen las pruebas realizadas sobre el sistema para testear su correcto funcionamiento y funcionalidad.

Estas pruebas se tratan de pruebas propias y básicas del sistema realizadas en equipos propios.

### 6.2.1 Plantilla de pruebas

Este tipo de pruebas seguirá el siguiente formato definido en la plantilla que se muestra debajo:

Id. PRUEBA - xx	
<b>Nombre</b>	
<b>Descripción</b>	
<b>Objetivo</b>	
<b>Referencia a requisitos</b>	
<b>Resultado</b>	

Tabla 56. Plantilla pruebas de funcionalidad

La definición de los atributos correspondientes a cada prueba será:

- **Id. PRUEBA:** identificador unívoco. El formato será PRUEBA – XX, donde XX es un número comenzado desde 01 e incrementando en cada prueba sucesiva.
- **Nombre:** nombre que resume la prueba a realizar.
- **Descripción:** explicación breve y aclarativa de la prueba que se va a realizar.
- **Objetivo:** finalidad de la prueba, la funcionalidad que se desea probar al ejecutar la prueba en cuestión.
- **Referencia a requisitos:** trazabilidad entre el requisito o requisitos de usuario definidos en el análisis y la prueba.
- **Resultado:** Consecuencia de la ejecución de la prueba. Una prueba podrá tener un resultado de éxito o de fallo.

## 6.2.2 Batería de pruebas

Para este tipo de pruebas se ha definido una batería de pruebas mínimas que sirva para comprobar que se satisfacen los requisitos establecidos por el usuario. A continuación se presentan cada una de las pruebas ejecutadas sobre el sistema:

PRUEBA - 01	
<b>Nombre</b>	Arranque del sistema
<b>Descripción</b>	Se arrancará el sistema conectando la Raspberry Pi al televisor mediante conexión HDMI.
<b>Objetivo</b>	Comprobar que el sistema arranca correctamente y se muestra por pantalla la aplicación de cuestionarios.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-02, REQ_U-03, REQ_U-05
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> Se visualiza correctamente la página de inicio de la aplicación de cuestionarios desarrollada.

Tabla 57. PRUEBA - 01. Arranque del sistema

PRUEBA - 02	
<b>Nombre</b>	Carga de preguntas
<b>Descripción</b>	Se accederá al test y se comenzará visualizando el enunciado y opciones de las preguntas.
<b>Objetivo</b>	Comprobar que las preguntas y opciones se han descifrado y cargado correctamente y se pueden leer en pantalla con el formato y codificación correctos.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-01, REQ_U-09
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> Se muestran las preguntas descifradas y se pueden leer en su formato y codificación adecuados.

Tabla 58. PRUEBA - 02. Carga de preguntas

PRUEBA - 03	
<b>Nombre</b>	Selección de pregunta
<b>Descripción</b>	Se navegará entre las diferentes opciones ofrecidas para una pregunta comprobando que se interactúa con el mando correctamente y se seleccionará una de ellas.
<b>Objetivo</b>	Comprobar la correcta comunicación entre la orden enviada con el mando a distancia y su acción en la aplicación.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-03, REQ_U-04
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> El sistema responde correctamente a las órdenes enviadas por el mando

Tabla 59. PRUEBA - 03. Selección de pregunta

PRUEBA - 04	
<b>Nombre</b>	Responder pregunta
<b>Descripción</b>	Se seleccionarán opciones correctas e incorrectas distintas preguntas de un test combinando el orden t comprobando que se compara correctamente con la solución adecuada.
<b>Objetivo</b>	Comprobar que se muestra correctamente si una opción es correcta o incorrecta y que se permite responder tantas veces como se necesite hasta acertar la pregunta.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-01, REQ_U-04, REQ_U-12, REQ_U-13
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> Se muestran correctamente los resultados y solo se permite pasar a la siguiente pregunta al acertar la actual.

Tabla 60. PRUEBA - 04. Responder pregunta

PRUEBA - 05	
<b>Nombre</b>	Navegación preguntas
<b>Descripción</b>	Se irá respondiendo a las diferentes preguntas observando si se cargan correctamente y se muestra el contador adecuado.
<b>Objetivo</b>	Comprobar que se pasa correctamente de una pregunta a otra mostrando su número de pregunta adecuado.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-01, REQ_U-04
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> Se navega correctamente entre preguntas incrementando adecuadamente el número de pregunta actual en cada paso.

Tabla 61. PRUEBA - 05. Navegación preguntas

PRUEBA - 06	
<b>Nombre</b>	Resultados test
<b>Descripción</b>	Se realizarán test completos para observando el recuento final de preguntas correctas.
<b>Objetivo</b>	Comprobar si se contabilizan adecuadamente las preguntas acertadas y falladas. Contando para el resultado solo la primera respuesta del usuario.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-01, REQ_U-14
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> Se muestra el recuento de preguntas acertadas de manera correcta.

Tabla 62. PRUEBA - 06. Resultados test

PRUEBA - 07	
<b>Nombre</b>	Generación de resultados
<b>Descripción</b>	Se ejecutarán varios test, se visualizará su creación y su cifrado, se descifrarán y se observará de nuevo su contenido ya descifrado.
<b>Objetivo</b>	Comprobar que se crea un fichero de registro por cada test con su ubicación correcta y su nombre identificativo. Comprobar que está cifrado y, al descifrarlo, asegurarse que su contenido es adecuado.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-01, REQ_U-06, REQ_U-07, REQ_U-08, REQ_U-11
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> Se crea correctamente el log cifrado, con su nombre y en su ubicación y con el contenido de registro deseado.

Tabla 63. PRUEBA - 07. Generación de resultados

PRUEBA - 08	
<b>Nombre</b>	Nuevo test con preguntas aleatorias
<b>Descripción</b>	Ejecutar varios test observando las preguntas mostradas y el orden de las mismas.
<b>Objetivo</b>	Comprobar que se muestran en distinto orden que en el definido en el fichero de preguntas. Asegurarse que en distintas ejecuciones se seleccionan las preguntas de manera aleatoria.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-09, REQ_U-10, REQ_U-11
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> Se cargan las preguntas de manera aleatoria del fichero de preguntas.

Tabla 64. PRUEBA - 08. Nuevo test con preguntas aleatorias

PRUEBA - 09	
<b>Nombre</b>	Funcionamiento del Timer
<b>Descripción</b>	Se ejecutarán varios test observando que el Timer se inicia al comenzar un test, avanza de forma correcta, se para al responder la última pregunta y se reinicia al realizar un nuevo test.
<b>Objetivo</b>	Comprobar el correcto funcionamiento del contador de tiempo.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-11, REQ_U-17
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> El timer comienza con cada realización de test y para al responder la última pregunta.

Tabla 65. PRUEBA - 09. Funcionamiento del Timer

PRUEBA - 10	
<b>Nombre</b>	Formato y aspecto en pantalla
<b>Descripción</b>	Se ejecutará un test de forma general visualizando que cada elemento gráfico se muestra correctamente en pantalla.
<b>Objetivo</b>	Comprobar que los elementos se muestran correctamente en pantalla.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-01, REQ_U-16
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> Los elementos a mostrar se visualizan correctamente.

Tabla 66. PRUEBA - 10. Formato y aspecto en pantalla

PRUEBA - 11	
<b>Nombre</b>	Apagado del sistema
<b>Descripción</b>	Se realizará un test completo y se escogerá la opción de apagar el sistema.
<b>Objetivo</b>	Comprobar que se apaga correctamente el dispositivo al seleccionar la opción de apagado.
<b>Referencia a requisitos</b>	REQ_U-15
<b>Resultado</b>	<b>Éxito.</b> El sistema notifica que se está apagando y finalmente se apaga.

Tabla 67. PRUEBA - 11. Apagado del sistema

### 6.2.3 Matriz de trazabilidad

La matriz de trazabilidad entre las pruebas realizadas y los requisitos exigidos por el usuario es la siguiente:

	PRUEBA_01	PRUEBA_02	PRUEBA_03	PRUEBA_04	PRUEBA_05	PRUEBA_06	PRUEBA_07	PRUEBA_08	PRUEBA_09	PRUEBA_10	PRUEBA_11
REQ_U-01		X		X	X	X	X			X	
REQ_U-02	X										
REQ_U-03	X		X								
REQ_U-04			X	X	X						
REQ_U-05	X										
REQ_U-06							X				
REQ_U-07							X				
REQ_U-08							X				
REQ_U-09		X						X			
REQ_U-10								X			
REQ_U-11							X	X	X		
REQ_U-12				X							
REQ_U-13				X							
REQ_U-14						X					
REQ_U-15											X
REQ_U-16										X	
REQ_U-17									X		

Tabla 68. Matriz trazabilidad Pruebas - Requisitos Usuario

### 6.3 PRUEBAS DE USO REALES

Este tipo de testeos se tratan de pruebas sobre alumnos de asignaturas diferenciadas para obtener feedback sobre el trabajo realizado y conocer posibles aspectos a mejorar con puntos de vista diferentes. Se ha elaborado una plantilla con diferentes preguntas que aporten información acerca de la opinión de los alumnos sobre una primera versión básica de la aplicación.

La plantilla se trata de una encuesta en la que se valorarán diferentes aspectos del 1 al 5 acompañados de una última pregunta libre para comentarios de deficiencias o aspectos mejorables.

Se ha diseñado con este formato debido a que es mucho más cómodo y conciso, además de ser menos tedioso que el responder de manera libre a todas las preguntas. Por este motivo se trata de un cuestionario corto y de fácil comprensión para ir directos a los aspectos que se quieren cubrir aunque al final se puedan aportar observaciones extra que pueden no haberse tenido en cuenta en las pruebas propias.

Se cuestionará sobre las siguientes características como veremos con más detalle en las respuestas concretas de los alumnos más adelante:

- Esfuerzo de instalación.
- Arranque de la aplicación.
- Ejecución de la aplicación.
- Correcta visualización de los cuestionarios.
- Navegación a través de los botones y el mando a distancia
- Tiempo de respuesta del mando a distancia.
- Comparativa con una versión alternativa web.

### 6.3.1 Prueba alumno 1

La primera encuesta se ha realizado sobre un alumno de Grado en Ingeniería Informática impartido en español, del cual se han obtenido los siguientes datos:

*PROYECTO N.º:*

 Universidad  
Carlos III de Madrid



**11ª Convocatoria de Apoyo a Experiencias de Innovación  
Docente en Estudios de Grado y Postgrado  
Curso 2013/2014**

**2.1. Título del Proyecto**

Despliegue de una plataforma distribuida para el análisis del aprendizaje autónomo de los alumnos.

Puntúe de 1 a 5 cada uno de los siguientes campos donde 1 es muy poco/muy mal y 5 es mucho/muy bien.

- Valore el esfuerzo para instalarlo y conectarlo al televisor. 3
- En arranque de la aplicación se desarrolla correctamente 5
- El usuario puede ejecutar la aplicación sin dificultad. 4
- Los cuestionarios se ven correctamente. 5
- La navegación a través de los botones y el mando a distancia es cómoda. 5
- El tiempo de respuesta del mando a distancia es adecuado. 5
- ¿Te es más cómoda la versión web o la de la Raspberry Pi? (1 web, 5 Raspberry y se admiten valores intermedios) 3
- Comentarios sobre deficiencias encontradas y aspectos a mejorar:  
He tenido que modificar el archivo config.txt de la tarjeta SD de la Raspberry para poder realizar correctamente la conexión HDMI con mi televisor.  
La aplicación funciona correctamente, sin embargo, hay problemas con la aceptación de caracteres (posiblemente por el idioma) y la aplicación no reconoce los acentos diacríticos ni el signo interrogativo '¿'.

Servicio de Programación y Presupuestos

Ilustración 36. Encuesta prueba de uso real 1

Examinando la encuesta se puede sacar en conclusión que le ha parecido bastante dificultosa la ejecución y puesta en marcha de la aplicación. Como comenta en el último punto, su televisor no reconocía el dispositivo teniendo que cambiar el archivo de configuración general de la Raspberry (accesible en la tarjeta SD desde cualquier ordenador con ranura para tarjetas) para el reconocimiento del dispositivo a través de HDMI. En pruebas realizadas en otros televisores no es necesario modificar nada, pero se estudiará y se tendrá en cuenta para corregirlo en la versión definitiva, consiguiendo que la aplicación funcione correctamente en cualquier televisor.

Comenta el aspecto de adaptación de caracteres, las tildes e interrogaciones que se muestran de manera incorrecta. Esto es debido a que se trata de una primera versión beta en la que, como comenta el estudiante, no se muestran correctamente estos caracteres. Se pretende poder solucionarlo en la versión 1.0.

Como puntos fuertes destaca la correcta visualización de la interfaz, la comodidad de navegación con el mando a distancia y su tiempo de respuesta con respecto a la aplicación.

Por último en la comparación con la versión web, otorga un valor neutro no decantándose por ninguna opción de las dos.

## 6.3.2 Prueba alumno 2

El segundo cuestionario se ha realizado también sobre un alumno en Ingeniería Informática pero en esta ocasión cursando el grado bilingüe, y del cual se han obtenido los siguientes datos:

*PROYECTO N.º:*

 Universidad  
Carlos III de Madrid



**11ª Convocatoria de Apoyo a Experiencias de Innovación  
Docente en Estudios de Grado y Postgrado  
Curso 2013/2014**

**2.1. Título del Proyecto**

Despliegue de una plataforma distribuida para el análisis del aprendizaje autónomo de los alumnos

Puntúe de 1 a 5 cada uno de los siguientes campos donde 1 es muy poco/muy mal y 5 es mucho/muy bien.

- Valore el esfuerzo para instalarlo y conectarlo al televisor.  
1
- En arranque de la aplicación se desarrolla correctamente  
4
- El usuario puede ejecutar la aplicación sin dificultad.  
1 (muy poca dificultad)
- Los cuestionarios se ven correctamente.  
2
- La navegación a través de los botones y el mando a distancia es cómoda.  
4
- El tiempo de respuesta del mando a distancia es adecuado.  
3
- ¿Te es más cómoda la versión web o la de la Raspberry Pi? (1 web, 5 Raspberry y se admiten valores intermedios)  
2
- Comentarios sobre deficiencias encontradas y aspectos a mejorar:  
*El tiempo de reacción entre preguntas debería ser más corto.  
Las tildes provocan errores que impiden ver correctamente las preguntas.  
El arranque de la aplicación debería ser más rápido.  
La inclusión de sonido podría mejorar la calidad de la aplicación.*

Servicio de Programación y Presupuestos

Ilustración 37. Encuesta prueba de uso real 2

El alumno ha valorado de forma muy positiva el poco esfuerzo de instalación, arranque, dificultad de ejecución, y navegación entre preguntas.

Como aspectos más débiles se ha valorado la incorrecta visualización de la aplicación debido a los caracteres con tildes o interrogaciones como se comentaba en la encuesta del otro alumno.

Indica que el tiempo de respuesta entre aplicación y mando podría mejorar, aunque no lo valora totalmente de manera negativa. La aplicación tarda algo más en la carga de una nueva pregunta ya que debe descifrar cada pregunta seleccionada aleatoriamente y el dispositivo carece de unas especificaciones hardware demasiado potentes, al igual que sucede con el tiempo de inicio de la aplicación.

El alumno valora que la versión web le es algo más cómoda, aunque se debe de valorar que las herramientas y recursos disponibles en la programación web de cuestionarios son mucho más amplios que la del tipo de sistema desarrollado.

En cuanto al tema de añadir sonido se tendrá en cuenta para posteriores versiones mejoradas de la aplicación.

## 6.4 CORRECCIONES SOBRE LA VERSIÓN BETA

Gracias a la evaluación de los alumnos así como a sugerencias aportadas por los tutores, se han llevado a cabo una serie de mejoras que se explicarán a continuación confeccionando de esta forma una versión 1.0 definitiva.

### 6.4.1 Evaluación alumnos

Con los resultados obtenidos de las encuestas a los alumnos, se han tomado una serie de medidas para solucionar los puntos que se necesitaban mejorar:

**Tiempo de respuesta mando.** Se comentaba en las encuestas que el tiempo de respuesta entre mando a distancia y aplicación era mejorable. Para minimizar el retardo entre mando y aplicación se ha añadido el flag `-O3` al compilar `cec-client`. Como resultado, la diferencia entre tiempos de respuesta no es muy significativa, no obstante se obtiene una frecuencia suficientemente alta para dar una buena calidad de servicio.

**Modificar configuración de la conexión HDMI.** En el caso del alumno al que no le reconocía su televisor la Raspberry Pi, se ha estudiado el archivo `config.txt` citado y se ha modificado de tal manera que siempre que se conecte el dispositivo, se le forzará a comunicarlo por HDMI. Esta modificación no se había tenido en cuenta previamente ya que en los televisores probados no fue necesario modificar nada, pero para mejorar la compatibilidad del sistema se ha solucionado.

**Visualización de caracteres.** Los alumnos principalmente encontraban incómoda la visualización de ciertos caracteres a la hora de presentar las preguntas por pantalla. Esto era debido a la codificación de caracteres utilizada por Raspbian. No se mostraban correctamente los caracteres propios del castellano como la “¿” o la “Ñ”. Este problema se ha solventado modificando los ficheros de configuración de idiomas del sistema operativo, añadiendo los caracteres del alfabeto español por defecto.

### 6.4.2 Evaluación tutores

Adicionalmente a estos comentarios de los alumnos, los tutores han realizado una sugerencia para poder adaptar de una forma más cómoda los cuestionarios a un número de preguntas establecido por el administrador.

Para abordar este tema, se ha creado un fichero de configuración `.properties`, el cual contiene algunos valores modificables como son el número de preguntas del que estará compuesto un test, la ubicación de donde se cargarán las preguntas y el título que aparecerá en la interfaz del cuestionario.

De esta forma el administrador simplemente deberá de cambiar este fichero fácilmente sin tener que modificar el código fuente de la aplicación y ahorrándose el tener que volver a compilarla.

## 6.5 PRUEBAS DE RENDIMIENTO

Este apartado se dedicará a unas pruebas generales de rendimiento de la aplicación con el fin de comprobar su funcionamiento y poder mejorarlo en los aspectos que muestren deficiencias. Los valores obtenidos y que se visualizarán a continuación son aproximados, pero sirven para hacer un estudio crítico del comportamiento del sistema.

### 6.5.1 Espacio de almacenamiento

El ejecutable de la aplicación tiene un tamaño de 1509 KB. No obstante para el funcionamiento requiere de sus recursos, (claves, imágenes, configuración...) por lo que el espacio real ocupado en el sistema será de 2,89 MB.

### 6.5.2 Memoria consumida y uso de CPU

Para la visualización de estos datos se ha hecho uso del programa top, el cual muestra los procesos del sistema con los recursos que consume. En este caso los dos programas que interesa estudiar son el java de la aplicación del cuestionario y el cec-client para las pulsaciones del mando.

En el caso de la aplicación java, se observa que consume alrededor del **10,75%** de la memoria con un uso de CPU medio del **1,82%**. En la siguiente gráfica se detalla el consumo a lo largo de una ejecución normal de un test.

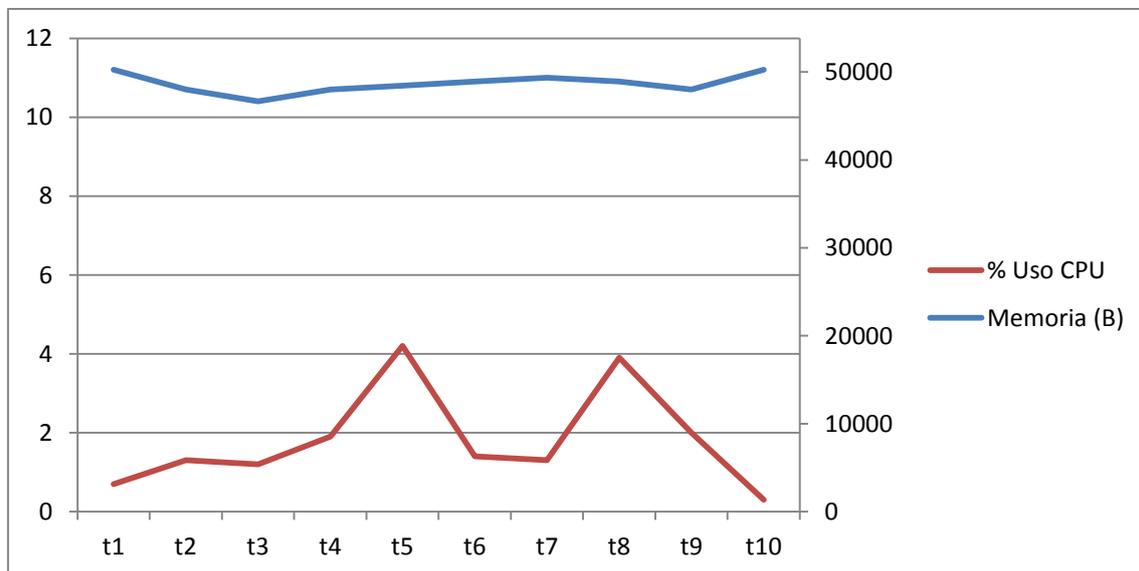
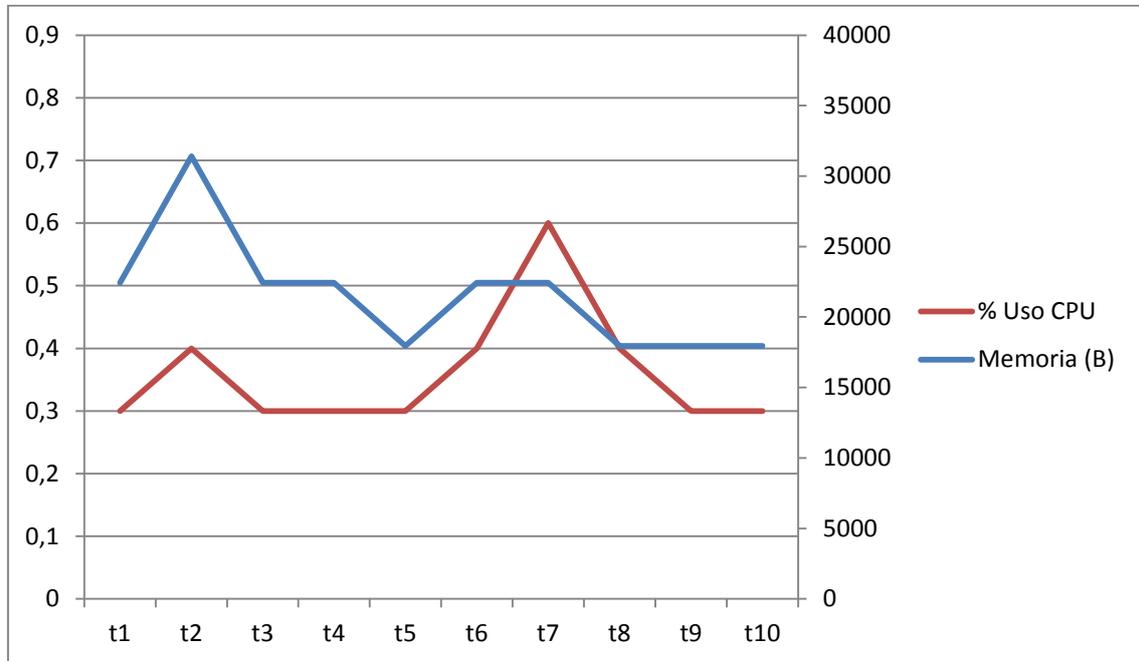


Ilustración 38. Consumo memoria y CPU app cuestionarios

En la gráfica se presenta la variación de uso de memoria en Bytes (eje Y derecho) y porcentaje de CPU (eje Y izquierdo) en la ejecución de un test. Se han tomado las mediciones en distintas marcas de tiempo desde el inicio del test hasta el apagado del sistema. Se puede observar que el consumo de memoria se mantiene bastante constante mientras que el uso de la CPU aunque es bastante bajo, tiene punto

en los que varía más, estos puntos coinciden cuando se pulsán repetitivamente y de forma más rápida los botones del mando.

En cuanto al proceso de cec-client, consume en torno al **0,48%** de memoria y tiene un uso del **0,36%** de la CPU. Se puede observar su variación durante la realización de un test en la siguiente gráfica:



**Ilustración 39. Consumo memoria y CPU cec-client**

En este caso se observa que tanto el consumo de memoria como el porcentaje de uso de la CPU es prácticamente el mismo, manteniéndose constante a lo largo de toda la ejecución del programa. Se trata de un proceso, por lo tanto, que no consume gran cantidad de recursos.

### 6.5.3 Tiempos de inicio, apagado y respuesta del mando

En este caso se realiza un análisis de los tiempos de inicio de la aplicación desde que se conecta el dispositivo Raspberry Pi y de cierre de la aplicación y apagado del sistema.

Se estudian además los tiempos de respuesta de interacción entre mando a distancia y la aplicación de realización de cuestionarios. Para calcular el tiempo de respuesta medio se ha diseñado un programa que incrementa un contador al pulsar una tecla. De esta forma definiendo un tiempo de 10 segundos se obtienen las pulsaciones por segundo

Los datos mencionados se muestran en la siguiente tabla:

Acción	Resultado
Inicio de la aplicación	56,15 segundos
Apagado del sistema	14,46 segundos
Carga de siguiente pregunta	1.14 segundos
Tiempo respuesta mando-app <sup>-1</sup>	4.8 pulsaciones por seg.

Tabla 69. Tiempos de ejecución de la aplicación

Observando los resultados obtenidos, se puede concluir que el inicio y el apagado del sistema son las tareas que consumen más tiempo en comparación con el resto de la ejecución del programa. Estos aspectos no se pueden optimizar demasiado, ya que el sistema necesita un tiempo de carga, sumado al tiempo de lectura de ficheros y la visualización por pantalla de las imágenes y recursos necesarios.

En el caso de la carga de la siguiente pregunta, la tarea no supone un tiempo excesivo, aunque se podría mejorar en futuras versiones creando un precargado de preguntas o algo similar.

El tiempo de respuesta entre mando y aplicación es lo bastante cómodo como para navegar entre opciones y seleccionar la que se requiera.



# **- CAPÍTULO 7 -**

# **CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS**

## 7.1 PROBLEMAS ENCONTRADOS

En este apartado se mencionarán los aspectos adversos que se han encontrado a la hora de implementar el sistema con el fin de que futuros trabajos basados en el proyecto puedan tenerlos en cuenta.

En primer lugar se tuvo el problema de portar la aplicación ya implementada anteriormente en flash. Se decidió no utilizar, ya que flash no ofrece soporte a la arquitectura de Raspberry Pi. La utilización de la alternativa Gnash parecía factible al comienzo, pero este programa no permitía la correcta interacción y conexión con un servidor externo, además los tiempos de carga de las preguntas eran muy elevados por lo que había que buscar una solución mejor que fue la implementación del cuestionario mediante java.

En cuanto al inicio automático de la aplicación se pensaba lanzar en el init, después de iniciar las x, pero esto tenía el inconveniente de que cualquier persona externa podía acceder al escritorio del sistema y tener la posibilidad de modificar algún archivo. Se encontró una solución más óptima cambiando el fichero `/etc/lightdm/lightdm.conf` y añadiendo el arranque con el script que lanza la aplicación, de tal forma que únicamente se permite al usuario, que no es administrador, realizar el cuestionario sin posibilidad de realizar ninguna otra opción ajena a su función.

Otro de los aspectos que dio algún problema fue la codificación de caracteres utilizada por Raspbian. La aplicación mostraba correctamente los caracteres especiales del castellano como “¿” o ”ñ” pero en el caso de lanzar la aplicación previamente a la carga del escritorio no se reconocían estos caracteres. Se terminó solucionando cambiando ciertos aspectos de los ficheros de idiomas del sistema operativo.

A la hora de distribuir las Raspberrys con sus tarjetas correspondientes se tuvieron que hacer varias copias de las tarjetas SD y surgieron problemas de incompatibilidades de espacio que se terminaron solucionando adaptando las tarjetas de menor almacenamiento para la compatibilidad de las copias con unas de mayor tamaño.

Por último cabe destacar algún problema del cifrado y descifrado del fichero XML, el cual introducía diferencias de caracteres al ser cifrado mediante un programa ejecutado en Windows al cargarlo en Linux. Finalmente se decidió crear el ejecutable de este programa para Linux para no añadir errores en el cifrado del archivo.

## 7.2 CONCLUSIONES

En este Trabajo de fin de Grado se pretendía desarrollar un sistema de soporte a la educación a través de un dispositivo de bajo coste y que ofreciese una manera más dinámica y atractiva y motivadora a la hora de hacer ejercicios y captar conocimiento práctico de una asignatura.

Este procedimiento, aunque implicaba un esfuerzo añadido ya que se debía de compatibilizar con temas de trabajo y otros estudios, ha sido realizado. Ha sido bastante interesante y entretenido al deber de utilizar tecnología algo más novedosa como es la Raspberry Pi e ir viendo el progreso día a día, por ejemplo la visualización en el televisor o el reconocimiento de las teclas del mando.

El propósito inicial de adaptar la aplicación en Flash ya existente no se ha podido llevar a cabo, por lo que cambiaron los objetivos del trabajo teniendo que añadir el implementar una aplicación nueva mediante otro entorno compatible. Este tema también ha sido satisfecho con la realización del programa de cuestionarios desarrollado en Java.

El objetivo de poder realizar de test por parte de los alumnos sin conexión a Internet o sin ordenador personal se ha cumplido, los test se realizan con la Raspberry y el televisor únicamente.

Tras las pruebas de alumnos reales de Informática se puede decir que se ha desarrollado una interfaz fácil de usar y que resulta atractiva de cara a su utilización. Algunos aspectos como la mejora de tiempos de respuesta o la adición de nuevas funcionalidades se esperan poder seguir mejorando. Se deberán de implementar nuevas versiones en las que se optimice la aplicación y se pueda adaptar a otros contenidos que faciliten la labor educativa y social.

Por último se concluirá que el hecho de formar parte este trabajo de un proyecto de innovación le ha otorgado un valor añadido pudiendo ver una utilización práctica en el futuro y haciendo de la elaboración del trabajo un proceso más motivante.

## 7.3 LÍNEAS FUTURAS

Más adelante, en futuras mejoras del sistema implementado se podrían introducir nuevas funcionalidades o cambios que se comentarán a continuación y deberán de ser tomados en cuenta realizándose un estudio específico previo a su puesta en marcha. Alguna de las ideas principales son las siguientes:

- Interfaz de administrador: desarrollar dentro de la aplicación conectada al televisor un acceso alternativo para el usuario administrador de tal manera que no necesariamente deba de conectarse de manera remota al dispositivo. Proporcionando opciones simples de subida automática de nuevos cuestionarios, números de preguntas, etc.
- Añadir nuevas funcionalidades al dispositivo: permitir al usuario, además de realizar test y cuestionarios, poder acceder a transparencias o material de la asignatura que sea visualizado de manera interactiva y controlada también con el mando a distancia.
- Optimizar el tiempo de carga de una nueva pregunta: de cara a mejorar el tiempo de carga de preguntas se podría lanzar un proceso que cargase la siguiente pregunta pudiendo descifrar el contenido sin implicar tiempo de demora.
- Envío automático de respuestas a un servidor: se podría implementar una conexión con un servidor de la universidad al cual fuesen a parar inmediatamente los ficheros con los resultados de la realización de los test para que no fuese necesario el acceso al propio dispositivo.
- Código de seguridad con patrón: al diseñar un sistema en el que puedan acceder usuarios de con diferentes roles y permisos, se deberá de otorgar seguridad para que el nivel de alumno no pueda acceder al de administrador. Con este fin, se deberá de realizar una autenticación, y al ser controlada la aplicación mediante un mando a distancia, sería interesante desarrollar un código de autenticación con patrón similar al que usan los dispositivos Android para su bloqueo.
- Añadir sonido: por algunas sugerencias de alumnos y por crear un sistema más llamativo en el que se escuche un sonido al navegar entre preguntas u opciones o simplemente al responder una pregunta, se podrían añadir sonidos.
- Kinect: otra opción más en la que no se necesitaría mando a distancia sería la del uso del Kinect para detectar el movimiento y poder contestar a las preguntas con simples gestos de la mano, esto es una alternativa más para poder usar la aplicación incluso con la ausencia del mando y de una forma aún más innovadora.



# - CAPÍTULO 8 -

# GESTIÓN DEL PROYECTO

## 8.1 PLANIFICACIÓN

En este apartado se mostrará la planificación del trabajo estimada inicialmente así como el desarrollo real del mismo mediante sus respectivos diagramas de Gantt. Se estudiará después el desvío mostrado entre ambos.

Ambos esquemas siguen las fases definidas en el apartado de análisis que son:

- **Especulación**
- **Análisis**
- **Diseño**
- **Implementación versión beta**
- **Evaluación versión beta**
- **Implementación versión 1.0**
- **Evaluación versión 1.0**
- **Documentación**

### 8.1.1 Planificación inicial

Se presentará en la siguiente tabla el resumen de las tareas más relevantes a realizar acompañado de su estimación junto con sus fechas previstas para el inicio y su finalización. Se ha estimado con una implicación de 4 horas diarias incluyendo el sábado como día laboral por temas de compatibilidad con otros estudios y trabajo. La planificación inicial estima que se comenzará el día 16 de septiembre de 2013 y se concluirá el 21 de abril de 2014.

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
<b>Trabajo Fin de Grado Completo</b>	<b>lun 16/09/13</b>	<b>lun 21/04/14</b>	<b>188 días</b>
<b>Especulación</b>	<b>lun 16/09/13</b>	<b>lun 07/10/13</b>	<b>19 días</b>
<i>Definición de objetivos</i>	<i>lun 16/09/13</i>	<i>lun 23/09/13</i>	<i>7 días</i>
<i>Realización de la planificación</i>	<i>mar 24/09/13</i>	<i>jue 26/09/13</i>	<i>3 días</i>
<i>Familiarización con el dispositivo</i>	<i>vie 27/09/13</i>	<i>lun 07/10/13</i>	<i>9 días</i>
<b>Análisis</b>	<b>mar 08/10/13</b>	<b>lun 11/11/13</b>	<b>30 días</b>
<i>Extracción de requisitos de usuario</i>	<i>mar 08/10/13</i>	<i>mar 08/10/13</i>	<i>1 día</i>
<i>Estudio de alternativas posibles</i>	<i>mie 09/10/13</i>	<i>jue 17/10/13</i>	<i>8 días</i>

<i>Estudio comunicación con mando a distancia</i>	<i>vie 18/10/13</i>	<i>sáb 26/10/13</i>	<i>8 días</i>
<i>Definición de los requisitos</i>	<i>lun 28/10/13</i>	<i>jue 07/11/13</i>	<i>10 días</i>
<i>Definición de los casos de uso</i>	<i>vie 08/11/13</i>	<i>lun/11/11/13</i>	<i>3 días</i>
<b>Diseño</b>	<b>mar 12/11/13</b>	<b>lun 9/12/13</b>	<b>24 días</b>
<i>Diseño de arquitectura</i>	<i>mar 12/11/13</i>	<i>jue 21/11/13</i>	<i>9 días</i>
<i>Diseño de clases</i>	<i>vie 22/11/13</i>	<i>sáb 30/11/13</i>	<i>8 días</i>
<i>Diseño de interfaz</i>	<i>lun 02/12/13</i>	<i>lun 09/12/13</i>	<i>7 días</i>
<b>Implementación versión beta</b>	<b>mar 10/12/13</b>	<b>vie 07/02/14</b>	<b>52 días</b>
<i>Implementación comunicación con mando</i>	<i>mar 10/12/13</i>	<i>lun 23/12/13</i>	<i>12 días</i>
<i>Implementación app java cuestionarios</i>	<i>mar 24/12/13</i>	<i>sáb 18/01/14</i>	<i>23 días</i>
<i>Implementación cifrado datos</i>	<i>lun 20/01/14</i>	<i>lun 27/01/14</i>	<i>7 días</i>
<i>Adaptación a Raspberry Pi</i>	<i>mar 28/01/14</i>	<i>vie 07/02/14</i>	<i>10 días</i>
<b>Evaluación versión beta</b>	<b>sáb 08/02/14</b>	<b>vie 21/02/14</b>	<b>13 días</b>
<i>Pruebas funcionales propias</i>	<i>sáb 08/02/14</i>	<i>mar 11/02/14</i>	<i>4 días</i>
<i>Pruebas de uso reales alumnos</i>	<i>mie 12/02/14</i>	<i>vie 21/02/14</i>	<i>9 días</i>
<b>Implementación versión 1.0</b>	<b>sáb 22/02/14</b>	<b>lun 10/03/14</b>	<b>14 días</b>
<b>Evaluación versión 1.0</b>	<b>mar 11/03/14</b>	<b>lun 17/03/14</b>	<b>6 días</b>
<b>Documentación</b>	<b>mar 18/03/14</b>	<b>lun 21/04/14</b>	<b>30 días</b>
<i>Redacción</i>	<i>mar 18/03/14</i>	<i>jue 10/04/14</i>	<i>21 días</i>
<i>Edición</i>	<i>vie 11/04/14</i>	<i>sáb 12/04/14</i>	<i>2 días</i>
<i>Revisión</i>	<i>lun 14/04/14</i>	<i>mie 16/04/14</i>	<i>3 días</i>
<i>Corrección</i>	<i>jue 17/04/14</i>	<i>lun 21/04/14</i>	<i>4 días</i>

Tabla 70. Planificación inicial

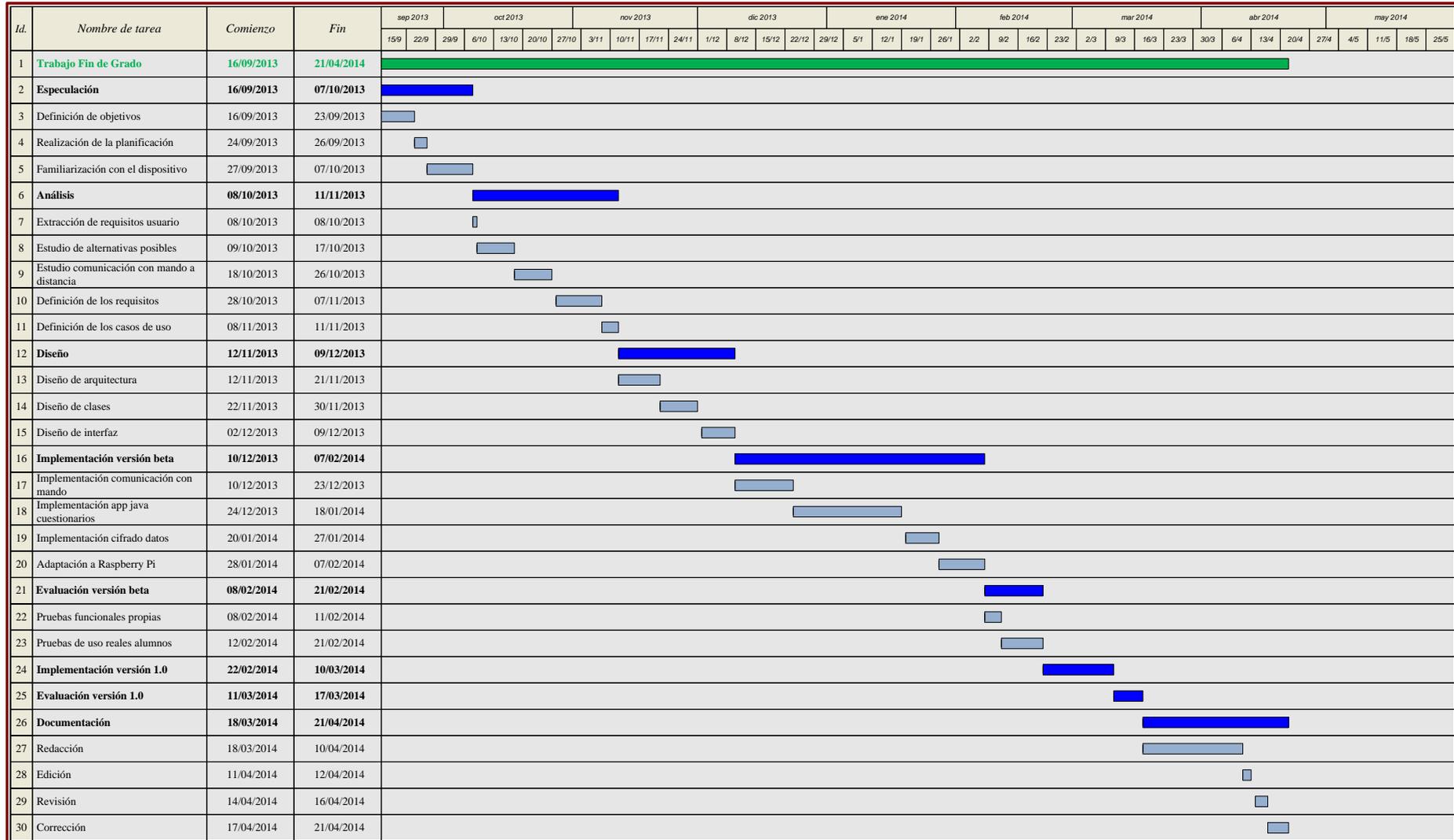


Ilustración 40. Diagrama Gantt planificación inicial

### 8.1.2 Desarrollo real

Tras observar la planificación inicial del proyecto, en la siguiente tabla se mostrarán las fechas reales de desarrollo del Trabajo de fin de Grado. Esta tabla irá complementada por su correspondiente diagrama de Gantt.

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
<b>Trabajo Fin de Grado Completo</b>	<b>lun 16/09/13</b>	<b>vie 30/05/14</b>	<b>221 días</b>
<b>Especulación</b>	<b>lun 16/09/13</b>	<b>lun 15/10/13</b>	<b>26 días</b>
<i>Definición de objetivos</i>	<i>lun 16/09/13</i>	<i>lun 23/09/13</i>	<i>7 días</i>
<i>Realización de la planificación</i>	<i>mar 24/09/13</i>	<i>jue 26/09/13</i>	<i>3 días</i>
<i>Familiarización con el dispositivo</i>	<i>vie 27/09/13</i>	<i>mar 15/10/13</i>	<i>16 días</i>
<b>Análisis</b>	<b>mie 16/10/13</b>	<b>mar 19/11/13</b>	<b>30 días</b>
<i>Extracción de requisitos de usuario</i>	<i>mie 16/10/13</i>	<i>jue 17/10/13</i>	<i>2 días</i>
<i>Estudio de alternativas posibles</i>	<i>vie 18/10/13</i>	<i>sáb 26/10/13</i>	<i>8 días</i>
<i>Estudio comunicación con mando a distancia</i>	<i>lun 28/10/13</i>	<i>mar 05/11/13</i>	<i>8 días</i>
<i>Definición de los requisitos</i>	<i>mie 06/11/13</i>	<i>vie 15/11/13</i>	<i>9 días</i>
<i>Definición de los casos de uso</i>	<i>sáb 16/11/13</i>	<i>mar 19/11/13</i>	<i>3 días</i>
<b>Diseño</b>	<b>mie 20/11/13</b>	<b>mie 18/12/13</b>	<b>25 días</b>
<i>Diseño de arquitectura</i>	<i>mie 20/11/13</i>	<i>vie 29/11/13</i>	<i>9 días</i>
<i>Diseño de clases</i>	<i>sáb 30/11/13</i>	<i>lun 09/12/13</i>	<i>8 días</i>
<i>Diseño de interfaz</i>	<i>mar 10/12/13</i>	<i>mie 18/12/13</i>	<i>8 días</i>
<b>Implementación versión beta</b>	<b>jue 19/12/13</b>	<b>mie 26/02/14</b>	<b>60 días</b>
<i>Implementación comunicación con mando</i>	<i>jue 19/12/13</i>	<i>vie 03/01/14</i>	<i>14 días</i>
<i>Implementación app java cuestionarios</i>	<i>sáb 04/01/14</i>	<i>lun 03/02/14</i>	<i>26 días</i>
<i>Implementación cifrado datos</i>	<i>mar 04/02/14</i>	<i>jue 13/02/14</i>	<i>9 días</i>

<i>Adaptación a Raspberry Pi</i>	<i>vie 14/02/14</i>	<i>mie 26/02/14</i>	<i>11 días</i>
<b>Evaluación versión beta</b>	<b>jue 27/02/14</b>	<b>lun 17/03/14</b>	<b>16 días</b>
<i>Pruebas funcionales propias</i>	<i>jue 27/02/14</i>	<i>mar 04/03/14</i>	<i>5 días</i>
<i>Pruebas de uso reales alumnos</i>	<i>mie 05/03/14</i>	<i>lun 17/03/14</i>	<i>11 días</i>
<b>Implementación versión 1.0</b>	<b>mar 18/03/14</b>	<b>mar 08/04/14</b>	<b>19 días</b>
<b>Evaluación versión 1.0</b>	<b>mie 09/04/14</b>	<b>mar 15/04/14</b>	<b>6 días</b>
<b>Documentación</b>	<b>mie 16/04/14</b>	<b>vie 30/05/14</b>	<b>39 días</b>
<i>Redacción</i>	<i>mie 16/04/14</i>	<i>vie 16/05/14</i>	<i>27 días</i>
<i>Edición</i>	<i>sáb 17/05/14</i>	<i>lun 19/05/14</i>	<i>2 días</i>
<i>Revisión</i>	<i>mar 20/05/14</i>	<i>vie 23/05/14</i>	<i>4 días</i>
<i>Corrección</i>	<i>sáb 24/05/14</i>	<i>vie 30/05/14</i>	<i>6 días</i>

**Tabla 71. Desarrollo real**

Como se puede comprobar en la tabla, se han sobrepasado los plazos estimados, ocupando el período del desarrollo 33 días más de lo previsto.

Esto es debido a, en primer lugar, problemas a la hora de recibir el pedido de los dispositivos que se retrasó en el tiempo estipulado; y en segundo lugar a una planificación inicial no muy precisa en ciertas tareas como la implementación, pruebas o realización de la documentación.

No obstante, la planificación inicial se creó con margen respecto a la entrega por lo que aunque se ha pasado del tiempo planificado, se ha podido entregar en un plazo aceptable.

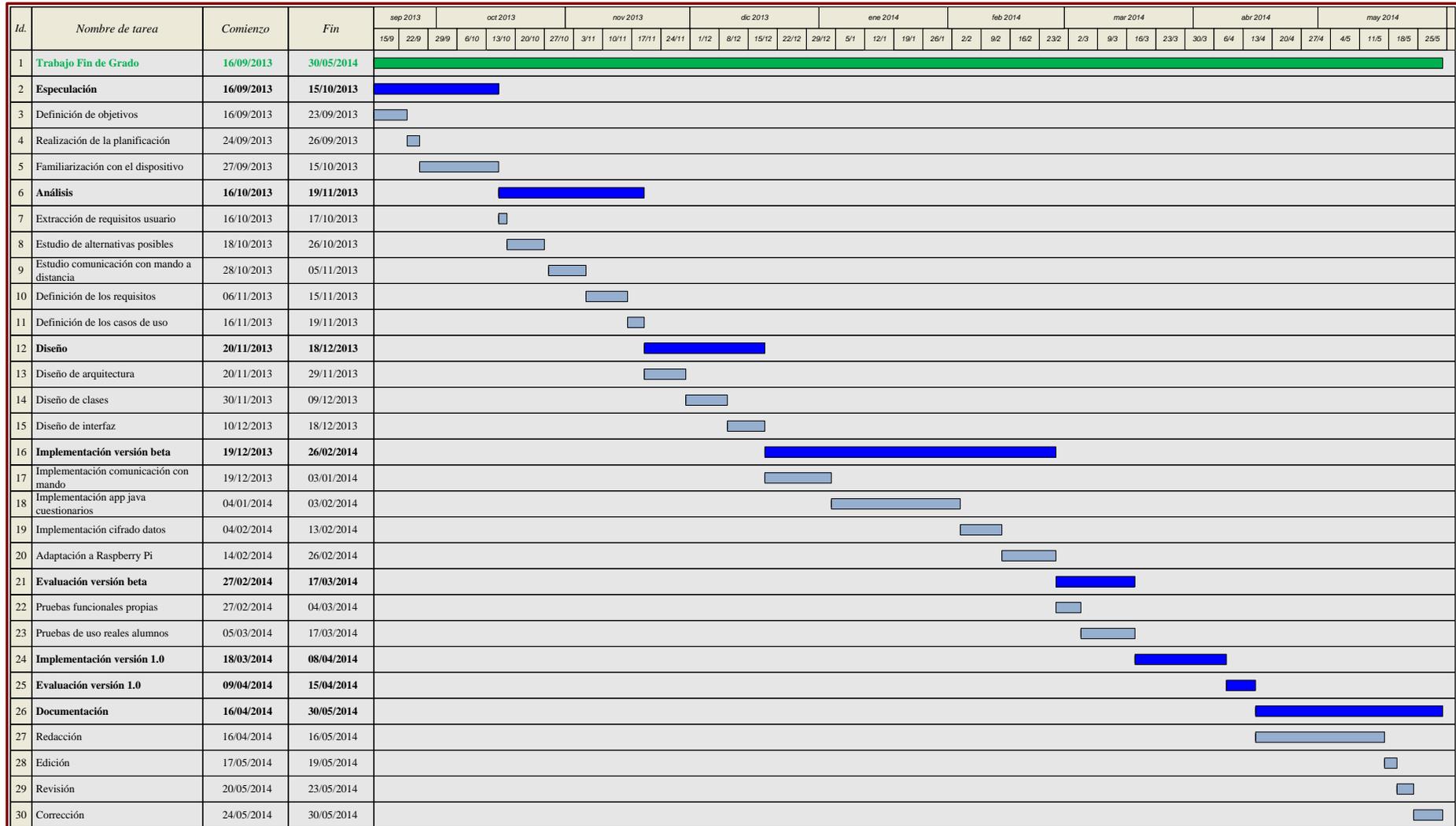


Ilustración 41. Diagrama de Gantt desarrollo real

## 8.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el presente apartado se detalla todo lo referente al análisis económico relacionado con este proyecto. Se muestra la metodología seguida para la estimación de costes así como el cálculo de los presupuestos inicial, para el cliente y final.

### 8.2.1 Metodología de estimación de coste

Para la estimación de costes se ha usado como base la plantilla de cálculo de presupuestos proporcionada por la Universidad Carlos III de Madrid.

En la estimación se tendrán en cuenta los costes directos e indirectos.

Los costes directos se corresponden con los conceptos que tienen que ver directamente con el desarrollo del proyecto. Dentro de este tipo de costes entrarían los gastos en equipos y herramientas software así como los gastos de mano de obra.

En cuanto a los costes indirectos se tratan de los costes en los que se incurre para el desarrollo del proyecto pero que no tienen que ver directamente con el sistema objetivo. Siguiendo la plantilla proporcionada por la Universidad, los costes indirectos se calcularán como un 20% de costes directos.

### 8.2.2 Presupuesto inicial

Este punto se dedica a la estimación del presupuesto que va a implicar la realización del proyecto a priori. Se detalla este presupuesto en las sucesivas páginas siguiendo el formato de la plantilla proporcionada por la universidad como se ha comentado anteriormente.



# UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

## Escuela Politécnica Superior

### ESTIMACIÓN DE COSTES

#### 1. Autor:

- Enrique Lillo García

#### 2. Departamento:

- Informática

#### 3. Descripción del proyecto:

- Título: Desarrollo de una plataforma para la docencia basada en Raspberry Pi.
- Duración (meses): 5,73 meses
- Tasa de costes indirectos: 20%

#### 4. Presupuesto estimado total del proyecto (IVA incluido): 29.715,99 €

#### 5. Desglose presupuestario (costes directos)

##### 5.1 PERSONAL

Estos gastos se han dedicado a una sola persona que ha consumido 188 días estimados en la planificación inicial trabajando 4 horas al día. El coste hombre/mes se ha establecido en 2.694,39 €, valor indicado en la plantilla utilizada como base para un ingeniero. A este coste se le añadirá el importe hacia la Seguridad Social, el cual es de un 28,3% del sueldo bruto del trabajador.

Apellidos y Nombre	Categoría	Dedicación (hombres mes) <sup>1</sup>	Coste hombre mes	Seguridad Social	Coste total (Euro)
Lillo García, Enrique	Ingeniero	5,73	2.694,39 €	762,51€	3.456,90 €
					<b>19.808,04 €</b>

Tabla 72. Estimación costes personal

<sup>1</sup> 1 Hombre mes = 131,25 horas. Máximo anual de dedicación de 12 hombres mes (1.575 horas)  
Máximo anual para PDI de la Universidad Carlos III de Madrid de 8.8 hombres mes (1.155 horas)

## 5.2 EQUIPOS

En este desglose se tratan los gastos relacionados con los equipos utilizados para la realización del proyecto.

Descripción	Coste	% uso dedicado proyecto	Dedicación (meses)	Período de depreciación	Coste imputable <sup>2</sup>
Ordenador Portátil Toshiba Satellite A-500	590 €	100%	5,73	60 meses	56,35 €
Raspberry Pi B con carcasa	32,62 €	100%	5,73	60 meses	3,12 €
SD SanDisk 16 GB	12,99 €	100%	5,73	60 meses	1,24 €
Televisor SONY KDL-32R420A	290 €	100%	5,73	60 meses	27,7 €
					<b>88,40 €</b>

Tabla 73. Estimación costes equipos

## 5.3 SUBCONTRATACIÓN DE TAREAS

Descripción	Empresa	Coste imputable
-	-	-
		-

Tabla 74. Estimación costes subcontratación de tareas

## 5.4 OTROS COSTES DIRECTOS DEL PROYECTO<sup>3</sup>

Descripción	Empresa	Coste imputable
Suministro eléctrico	Iberdrola	120 €
Conexión a Internet	Movistar	140 €
Software Microsoft Office 2010	Microsoft	269 €
Desplazamientos	-	40,12 €
		<b>569,12 €</b>

Tabla 75. Estimación costes otros costes directos

<sup>2</sup> Fórmula de cálculo de la Amortización:

$$\frac{A}{B} \times C \times D$$

A = nº de meses desde la fecha de facturación en que el equipo es utilizado  
B = periodo de depreciación (60 meses)  
C = coste del equipo (sin IVA)  
D = % del uso que se dedica al proyecto (habitualmente 100%)

<sup>3</sup> Este capítulo de gastos incluye todos los gastos no contemplados en los conceptos anteriores, por ejemplo: fungible, viajes y dietas, otros,...

## 6. Resumen de estimación de costes

Concepto	Presupuesto costes
Personal	19.808,04 €
Amortización equipos	88,40 €
Subcontratación de tareas	-
Otros costes directos	569,12 €
Total costes directos	20.465,56 €
Costes indirectos (20 %)	40.93,11 €
Total gastos sin IVA	24.558,67 €
<b>IVA (21%)</b>	5.157,32 €
	<b>29.715,99 €</b>

Tabla 76. Estimación costes. Resumen

### 8.2.3 Presupuesto para el cliente

Esta sección está dedicada al presupuesto a presentar al cliente en el que aparecen los gastos anteriores agrupados. A estos gastos se le añadirá un porcentaje de riesgos para hacer frente a posibles imprevistos surgidos. Este porcentaje de riesgos será del 10% basándose en otros proyectos desarrollados en la Universidad.

Además, se añadirá un porcentaje del 15% al presupuesto del proyecto en concepto de beneficio hacia los autores del mismo.

Concepto	Presupuesto costes
Personal	19.808,04 €
Amortización equipos	88,40 €
Subcontratación de tareas	-
Otros costes directos	569,12 €
<b>Total costes directos</b>	<b>20.465,56 €</b>
Costes indirectos (20%)	4.093,11 €
<b>Total costes sin riesgo</b>	<b>24.558,62 €</b>
Riesgo (10%)	2.455,867 €
<b>Total costes sin beneficios</b>	<b>27.014,54 €</b>
Beneficios (15%)	4.052,18 €
<b>Total gastos sin IVA</b>	<b>31.066,72 €</b>
<b>IVA (21%)</b>	<b>6.524,01 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>37.590,73 €</b>

Tabla 77. Presupuesto para el cliente

### 8.2.4 Presupuesto real y análisis de la desviación

Este punto se dedica al resumen del presupuesto que ha implicado la realización del proyecto. Se detalla este presupuesto en las sucesivas páginas siguiendo el formato de la plantilla proporcionada por la universidad como se hecho con la estimación inicial de costes. Finalmente se realizará un estudio de las desviaciones surgidas sobre el presupuesto planificado.



# UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

## Escuela Politécnica Superior

### PRESUPUESTO DEL PROYECTO

#### 1. Autor:

- Enrique Lillo García

#### 2. Departamento:

- Informática

#### 3. Descripción del proyecto:

- Título: Desarrollo de una plataforma para la docencia basada en Raspberry Pi.
- Duración (meses): 6,74 meses.
- Tasa de costes indirectos: 20%

#### 4. Presupuesto estimado total del proyecto (IVA incluido): 34.801,46 €

#### 5. Desglose presupuestario (costes directos)

##### 5.1 PERSONAL

Estos gastos se han dedicado a una sola persona que ha consumido 221 días en la realización del proyecto trabajando 4 horas al día. El coste hombre/mes se ha establecido en 2.694,39 €, valor indicado en la plantilla utilizada como base para un ingeniero. A este coste se le añadirá el importe hacia la Seguridad Social, el cual es de un 28,3% del sueldo bruto del trabajador.

Apellidos y Nombre	Categoría	Dedicación (hombres mes) <sup>4</sup>	Coste hombre mes	Seguridad Social	Coste total (Euro)
Lillo García, Enrique	Ingeniero	6,74	2.694,39 €	762,51€	3.456,90 €
					<b>23.299,51 €</b>

Tabla 78. Presupuesto real personal

<sup>4</sup> 1 Hombre mes = 131,25 horas. Máximo anual de dedicación de 12 hombres mes (1.575 horas)  
Máximo anual para PDI de la Universidad Carlos III de Madrid de 8.8 hombres mes (1.155 horas)

## 5.2 EQUIPOS

En este desglose se tratan los gastos relacionados con los equipos utilizados para la realización del proyecto

Descripción	Coste	% uso dedicado proyecto	Dedicación (meses)	Período de depreciación	Coste imputable <sup>5</sup>
Ordenador Portátil Toshiba Satellite A-500	590 €	100%	6,74	60 meses	66,28 €
Raspberry Pi B con carcasa	32,62 €	100%	6,74	60 meses	3,66 €
SD SanDisk 16 GB	12,99 €	100%	6,74	60 meses	1,46 €
Televisor SONY KDL-32R420A	290 €	100%	6,74	60 meses	32,58 €
					<b>103,98 €</b>

Tabla 79. Presupuesto real equipos

## 5.3 SUBCONTRATACIÓN DE TAREAS

Descripción	Coste	Coste imputable
-	-	-
		-

Tabla 80. Presupuesto real subcontratación de tareas

## 5.4 OTROS COSTES DIRECTOS DEL PROYECTO<sup>6</sup>

Descripción	Coste	Coste imputable
Suministro eléctrico	Iberdrola	120 €
Conexión a Internet	Movistar	140 €
Software Microsoft Office 2010	Microsoft	269 €
Desplazamientos	-	35,46 €
		<b>564,46 €</b>

Tabla 81. Presupuesto real otros costes directos

<sup>5</sup> Fórmula de cálculo de la Amortización:

$$\frac{A}{B} \times C \times D$$

A = nº de meses desde la fecha de facturación en que el equipo es utilizado  
B = periodo de depreciación (60 meses)  
C = coste del equipo (sin IVA)  
D = % del uso que se dedica al proyecto (habitualmente 100%)

<sup>6</sup> Este capítulo de gastos incluye todos los gastos no contemplados en los conceptos anteriores, por ejemplo: fungible, viajes y dietas, otros,...

## 6. Resumen de costes y desviación

Concepto	Coste presupuestado	Coste real	Variación
Personal	19.808,04 €	23.299,51 €	+ 3491,47 €
Amortización equipos	88,40 €	103,98 €	+ 15,58 €
Subcontratación de tareas	-	-	-
Otros costes directos	569,12 €	564,46 €	- 4,66 €
Total costes directos	20.465,56 €	23.967,95 €	+ 3.502,39 €
Costes indirectos (20%)	4.093,11 €	4.793,59 €	+ 700,48 €
Total gastos sin IVA	24.558,67 €	28.761,54 €	+ 4.202,87 €
<b>IVA (21%)</b>	5.157,32 €	6.039,92 €	+ 882,6 €
	<b>29.715,99 €</b>	<b>34.801,46 €</b>	<b>+ 5.085,47 €</b>

Tabla 82. Resumen de costes y desviación

Como se puede observar en la tabla situada arriba se ha producido un variación de 5.085,47 € con respecto al coste presupuestado inicialmente en la planificación. Esta diferencia se debe principalmente a una mala planificación en las fechas de realización del proyecto, ya que su desarrollo ha supuesto más tiempo del estimado significando esto un aumento en el coste de pagos a personal.

Con el importe de riesgos del 10 % cobrado al cliente de 2.455,867 € no se cubrirían estos gastos de la desviación, con pérdidas aún de 2.629,603 €.

No obstante como podemos ver en la última tabla mostrada debajo, si le sumamos el coste supuesto hacia el cliente como beneficios del 15%, el proyecto aportaría unas ganancias de 2.789,27 €, que aunque no son las ganancias deseadas, no se sufrirían pérdidas. Para conseguir los beneficios deseados se podrían haber incrementado los gastos de riesgos en un porcentaje mayor para obtener las ganancias esperadas.

Concepto	Presupuesto cliente	Coste real	Variación
<b>TOTAL</b>	<b>37.590,73 €</b>	<b>34.801,46 €</b>	<b>- 2.789,27 €</b>

Ilustración 42. Resumen presupuesto cliente y coste real



# **- CAPÍTULO 9 -**

# **BIBLIOGRAFÍA Y**

# **GLOSARIOS**

## 9.1 REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1]. **Eben Upton, Gareth Halfacree.** Meet the Raspberry Pi. John Wiley & Sons, September 2012.  
**Matt Richardson, Shawn Wallace.** Getting Started with Raspberry Pi. 2013 [en línea] <http://proquest.safaribooksonline.com/book/hardware/raspberry-pi/9781449344252/firstchapter#X2ludGVybmFsX0h0bWxWaWV3P3htbGlkPTk3ODE0NDkzNDQyNTIIMkZjb3B5cmlnaHRfaHRtbCZxdWVyeT0=>  
**James Bruce.** 7 Operating Systems You Can Run With Raspberry Pi. Citado el 21 de junio de 2013. <http://www.makeuseof.com/tag/7-operating-systems-you-can-run-with-raspberry-pi/>  
**Raspberry Pi org.** <http://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>  
**Linux org.** [http://elinux.org/RPi\\_Distributions](http://elinux.org/RPi_Distributions)  
**Bitelia.** Distribuciones Linux para instalar en tu Raspberry Pi. 16 de diciembre de 2013. <http://bitelia.com/2013/12/raspberry-pi-distribuciones-linux>
- [2]. **Accenture.** The 2013 Accenture Consumer Electronics Products and Services Usage Report. 2013.
- [3]. **Adobe Flash Player.** <http://www.adobe.com/es/products/flashplayer.html>  
**Emigh, J.** New Flash player rises in the Web-video market. 21 de Febrero de 2006. [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1597078&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D1597078](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1597078&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1597078)
- [4]. **Broadcom.** [www.broadcom.com/](http://www.broadcom.com/)  
**Universidad Cambridge.**  
<https://www.cambridgenetwork.co.uk/directories/companies/1116/?&keyword=broadcom>
- [5]. **Debian.** <https://www.debian.org/index.es.html>
- [6]. **Proyecto Fedora.** <http://fedoraproject.org/es/>
- [7]. **Cubieboard.** <http://cubieboard.org/>
- [8]. **Cubian, Debian on Cubieboard.** <http://cubian.org/>
- [9]. **ARM Mali Graphics.** <http://www.arm.com/products/multimedia/mali-graphics-hardware/>  
**SiSoftware.** Benchmarks: Tablet/MID GPAPU Performance.  
[http://www.sisoftware.net/?d=qa&f=cpu\\_ amd\\_brazos&l=ru&a=](http://www.sisoftware.net/?d=qa&f=cpu_ amd_brazos&l=ru&a=)
- [10]. **FOSDEM 2014.** <https://fosdem.org/2014/>
- [11]. **Ioquake.** <http://ioquake3.org/>  
**GitHub ioquake 3.** <https://github.com/ioquake/ioq3/>
- [12]. **Kickstarter.** <https://www.kickstarter.com/>
- [13]. **AllWinner.** <http://www.allwinner.com/>  
**AllWinner Technology.** <http://www.allwinnertech.com/en/>
- [14]. **Miniand.**  
<https://www.miniand.com/products/Hackberry%20A10%20Developer%20Board>
- [15]. **Arduino.** [http://www.arduino.cc/es/#.U0vGivl\\_uxs](http://www.arduino.cc/es/#.U0vGivl_uxs)

- [16]. **Fernando Doutel.** La Raspberry Pi no está sola: rivales y futuro. Citado en noviembre de 2012. [En línea]. <http://www.xataka.com/componentes-de-pc/>  
**Android developer.** <http://developer.android.com/>
- [17]. **Wuaki TV.** <https://es.wuaki.tv/>
- [18]. **Nintendo.** <http://es.nintendo.wikia.com/wiki/Wiimote>  
**WiiMote Project.** <http://www.wiimoteproject.com/>
- [19]. **Hardkernel Odroid.** <http://www.hardkernel.com/main/main.php>
- [20]. **Jason Cole, Helen Foster.** Using Moodle. 2008 [en línea ]  
<http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wfPPb1m0G6EC&oi=fnd&pg=PR5&dq=moodle&ots=vRwjGe0EOB&sig=kUn3vb9nYXfEYHrnUZLvRUEbLJ4#v=onepage&q=moodle&f=false>  
**Moodle. Open Source learning platform.** <https://moodle.org/>
- [21]. **Moshe Y. Vardi.** Will MOOCs Destroy Academia? Noviembre de 2012.  
<http://m.cacm.acm.org/magazines/2012/11/156587-will-moocs-destroy-academia/fulltext>  
**L Yuan, S Powell.** MOOCs and open education: Implications for higher education. Cetus White Paper, 2013  
**Mooc, cursos masivos online abiertos.** <http://www.mooc.es/>
- [22]. **CourseSites.** <https://es.coursesites.com/webapps/Bb-sites-course-creation-BBLEARN/pages/index.html>
- [23]. **Blackboard.** <http://es.blackboard.com/sites/international/globalmaster/>
- [24]. **Edmodo.** <https://www.edmodo.com/>
- [25]. **Richard Byrne.** Free Technology for Teachers. Abril 2010 [en línea]  
[http://www.freetech4teachers.com/2010/04/rcampus-free-service-for-hosting-online.html#.U5X7ev1\\_u8A](http://www.freetech4teachers.com/2010/04/rcampus-free-service-for-hosting-online.html#.U5X7ev1_u8A)  
**Rcampus.** <https://www.rcampus.com/>
- [26]. **Schoology.** [https://support.schoology.com/hc/es?community\\_id=public](https://support.schoology.com/hc/es?community_id=public)
- [27]. **Udemy. Online Courses.** <https://www.udemy.com/>
- [28]. **Hot potatoes.** <http://hotpot.uvic.ca/>
- [29]. **Aritest.** <http://www.aritest.com/blog/>
- [30]. **Kxama.** <http://www.abcdatos.com/programas/programa/z5094.html>
- [31]. **Likno.** <http://www.likno.com/>
- [32]. **Ajax.** <http://www.w3schools.com/ajax/default.ASP>
- [33]. **Unicode.** <http://www.unicode.org/>
- [34]. **Michael Donnelly.** Introducción a LDAP. Abril 2000. [en línea]  
[http://ldapman.org/articles/sp\\_intro.html](http://ldapman.org/articles/sp_intro.html)
- [35]. **SCORM.** <http://scorm.com/>
- [36]. **Educaplay.**  
[http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/576673/test\\_sobre\\_sistemas\\_operativos.htm](http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/576673/test_sobre_sistemas_operativos.htm)
- [37]. **Área Tecnología.** <http://www.areatecnologia.com/>
- [38]. **Daypo.** <http://www.daypo.com/>
- [39]. **OCW.** <http://ocw.uc3m.es/>

- [40]. **MIT.** <http://ocw.mit.edu/index.htm>
- [41]. **Educommons.** <http://educommons.com/>
- [42]. **TutorialsPoint.** Python Tutorial. <http://tutorialspoint.com/>
- [43]. **Zope.** <http://www.zope.org/>
- [44]. **Plone.** <http://plone.org/>
- [45]. **Aula global.** <https://aulaglobal.uc3m.es/login/index.php>
- [46]. **Gnash.** <https://www.gnu.org/software/gnash/>
- [47]. **ActionScript Technology Center.**  
<http://www.adobe.com/devnet/actionsript.html>
- [48]. **ECMAScript.** <http://www.ecmascript.org/>
- [49]. **OpenGL.** <http://www.opengl.org/>
- [50]. **Yatse.**  
<http://yatse.leetzone.org/redmine/projects/androidwidget?Source=mediaHD>
- [51]. **Team XBMC.** FLIRC – a new (old) way to control XBMC. 15 de abril de 2012.  
<http://xbmc.org/flirc-a-new-old-way-to-control-xbmc/>  
**Nardi Tom.** Control your world: FLIRC Review. 2012. [en línea]  
<http://www.thepowerbase.com/2012/05/control-your-world-flirc-review/>
- [52]. **Pulse-Eight.** <http://libcec.pulse-eight.com/>  
**GitHub LibCEC.** <https://github.com/Pulse-Eight/libcec>
- [53]. **UML.** <http://www.uml.org/>
- [54]. **RSA EMC.** <http://www.emc.com/domains/rsa/index.htm>  
**Avinash Kak, Purdue University.** Public-Key Cryptography and the RSA Algorithm. Lecture Notes on “Computer and Network Security”. 23 abril 2014.  
<https://engineering.purdue.edu/kak/compsec/NewLectures/Lecture12.pdf>

## 9.2 GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

- **ARM:** Acorn Risc Machine.
- **AV:** Audio-Video.
- **CEC:** Consumer Electronics Control.
- **CEU:** Club Emprendedores de la Universidad.
- **CUDA:** Compute Unified Device Architecture.
- **DDR:** Double Data Rate.
- **DLNA:** Digital Living Network Alliance.
- **DNI:** Documento nacional de identidad.
- **DVD:** Digital Versatile Disc.
- **GBA:** Game Boy Advance.
- **GHz:** Gigahercio.
- **GNU:** GNU is Not Unix.
- **GPIO:** General Purpose Input/Output.
- **GPU:** Graphics Processing Unit.
- **HDD:** HARD DISK DRIVE.
- **HDMI:** High-Definition Multimedia Interface.
- **HTML:** HyperText Markup Language.
- **HTPC:** Home Theater Personal Computer.
- **ICS:** Internet Connection Sharing.
- **IR:** Infrarrojos.
- **LDAP:** Lightweight Directory Access Protocol.
- **LVDS:** Low-voltage differential signaling.
- **MOOC:** Massive open online course.
- **NAND:** NOT AND.
- **NIA:** Número identificación alumno
- **NIC:** Network Information Center.
- **OCW:** OpenCourseWare.
- **PC:** Personal Computer.
- **PCB:** Printed Circuit Board.
- **PHP:** Hypertext Preprocessor.
- **PSX:** PlayStation Experimental.
- **PWM:** Pulse-width modulation.
- **RAM:** Random Access Memory.
- **ROM:** read-only memory.
- **RSA:** Rivest, Shamir y Adleman.
- **SATA:** Serial Advanced Technology Attachment.
- **SCORM:** Sharable Content Object Reference Model.
- **SD:** Secure Digital.
- **SO:** Sistema Operativo.
- **SWF:** Shockwave Flash.
- **TFG:** Trabajo de Fin de Grado.
- **TFT:** Thin-film transistor.
- **UML:** Unified Modeling Language.
- **UNAM:** Universidad Nacional Autónoma de México.
- **USB OTG:** Universal Serial Bus On-The-Go.
- **XBMC:** Xbox Media Center.
- **XML:** Extensible markup language.

### 9.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Broadcom:** es uno de los principales fabricantes de circuitos integrados para comunicaciones de banda ancha de los Estados Unidos.
- **Overclocking:** técnica que consiste en aumentar la velocidad del reloj que usan ciertos componentes del computador.
- **Minijack:** conector para aplicaciones generales de audio, este conector posee un diámetro de 3,5 mm.
- **PC Home Theatre:** ordenador personal de cine en casa, está pensado para ofrecer entretenimiento multimedia en el salón de casa. Suele permitir la reproducción de música, vídeo y visualizar álbumes fotográficos o grabar programas de televisión.
- **Set-top box:** receptor de televisión o decodificador, es el nombre con el que se conoce el dispositivo encargado de la recepción y opcionalmente decodificación de señal de televisión analógica o digital, para luego ser mostrada en un dispositivo de televisión.
- **Single-board computer:** es un computador completo en un sólo circuito. El diseño se centra en un sólo microprocesador con la RAM, E/S y todas las demás características de un computador funcional en una sola tarjeta que suele ser de tamaño reducido, y que tiene todo lo que necesita en la placa base.
- **LiPo:** batería de polímero de iones de litio, son pilas recargables compuestas generalmente de varias células secundarias idénticas en paralelo para aumentar la capacidad de la corriente de descarga.
- **Plug and play:** es la tecnología o cualquier avance que permite a un dispositivo informático ser conectado a una computadora sin tener que configurar, mediante software específico (no controladores) proporcionado por el fabricante, ni proporcionar parámetros a sus controladores.
- **Streaming:** es la distribución de multimedia a través de una red de computadoras de manera que el usuario consume el producto, generalmente archivo de video o audio, en paralelo mientras se descarga. La palabra *streaming* se refiere a: una corriente continua (que fluye sin interrupción).
- **Torrent:** es un protocolo diseñado para el intercambio de archivos peer-to-peer en Internet. Es uno de los protocolos más comunes para la transferencia de archivos grandes.
- **Dongle:** pequeño dispositivo de hardware que se puede integrar a un programa y se conecta a un ordenador, normalmente, para autenticar un fragmento de software.

- **Wiki:** sitio web cuyas páginas pueden ser editadas por múltiples voluntarios a través del navegador web. Los usuarios pueden crear, modificar o eliminar un mismo texto que comparten.
- **Log:** registro oficial de eventos durante un rango de tiempo en particular.
- **Copyleft:** Grupo de licencias cuyo objetivo es garantizar que cada persona que recibe una copia de una obra pueda a su vez usar, modificar y redistribuir el propio trabajo y las versiones derivadas del mismo.
- **Metadata:** datos que describen otros datos. En general, un grupo de metadatos se refiere a un grupo de datos, llamado recurso.
- **KeyStore:** repositorio de certificados de seguridad, ya sean certificados de autorización o certificados de clave pública.
- **Stakeholder:** cualquier persona o entidad que es afectada o concernida por las actividades o la marcha de una organización.
- **Thread:** hilo de ejecución o subproceso, es la unidad de procesamiento más pequeña que puede ser planificada por un sistema operativo.



# **- ANEXO I -**

# **MANUAL DE USUARIO**

## 1. INTRODUCCIÓN

Este sistema se trata de una aplicación de cuestionarios en la que el alumno deberá responder a las preguntas asignadas por el profesor a través del dispositivo portable Raspberry Pi conectado a su televisor mediante conexión HDMI y manejado con el mando a distancia del mismo.

Este manual está destinado al correcto uso y puesta en marcha del sistema por parte del usuario potencial que va a ser un alumno de una asignatura determinada.

## 2. REQUISITOS PREVIOS E INSTALACIÓN

El usuario deberá de poseer de los siguientes medios para la ejecución del sistema:

- Televisor con conexión HDMI y mando a distancia.
- Dispositivo Raspberry Pi.
- Tarjeta SD con el sistema cargado previamente.
- Conector HDMI.
- Transformador mini USB o mini USB-USB.

### 3. EJECUCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

Para la correcta ejecución del programa se deberán de seguir los pasos especificados en este apartado y por el orden definido:

1. Inserción de la tarjeta SD en la ranura del dispositivo Raspberry Pi.
2. Televisor conectado.
3. Conexión de la Raspberry pi al televisor mediante el cable HDMI.
4. Conexión de la Raspberry pi a la corriente, o bien a un puerto USB de la TV o bien a una toma de corriente mediante su transformador.
5. Inicialización de la aplicación.

De esta manera el dispositivo será reconocido por el televisor y tras esperar el arranque del sistema y la aplicación, se mostrará la siguiente pantalla.



**Ilustración 43.**Pantalla principal aplicación

Para comenzar el cuestionario, el usuario deberá de pulsar enter mostrándose la primera pregunta del cuestionario.

El usuario podrá navegar entre las opciones disponibles del cuestionario mediante los botones arriba y abajo de su mando a distancia. Una vez que esté resaltada la opción que se desea elegir se deberá de pulsar el botón Enter del mando escogiendo la pregunta seleccionada.

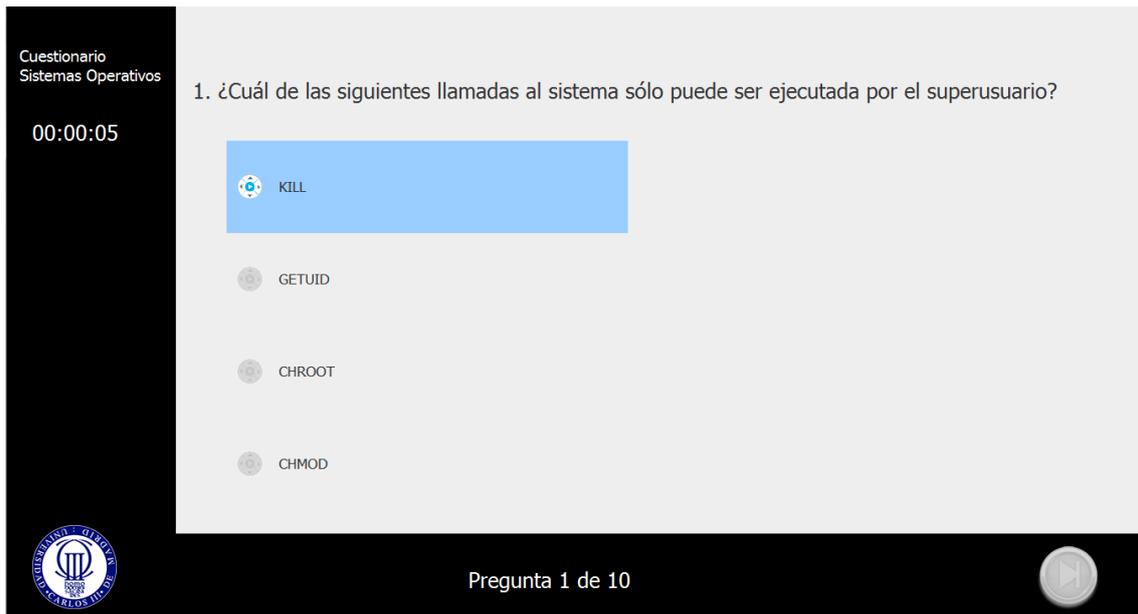


Ilustración 44. Pantalla selección pregunta

Como podemos ver en siguiente imagen, se mostrará por pantalla si la solución escogida es correcta o no. Si no, se permitirá al alumno responder nuevamente a la pregunta no permitiendo el paso a la siguiente (botón siguiente deshabilitado) hasta que encuentre la pregunta acertada para su mejor aprendizaje (para el recuento final sólo se contabilizará la primera seleccionada).

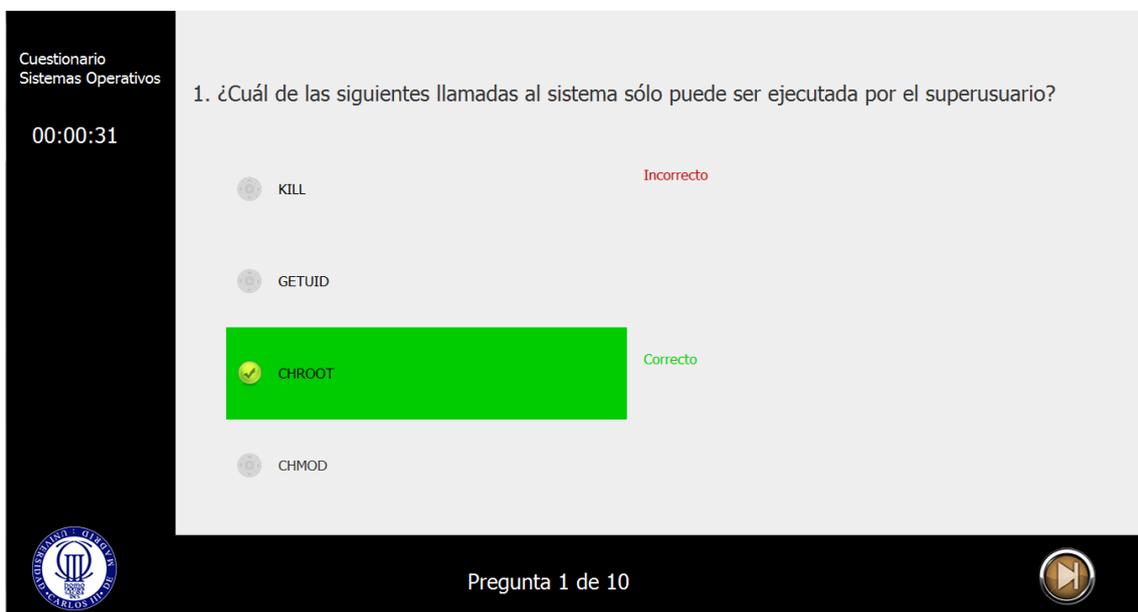
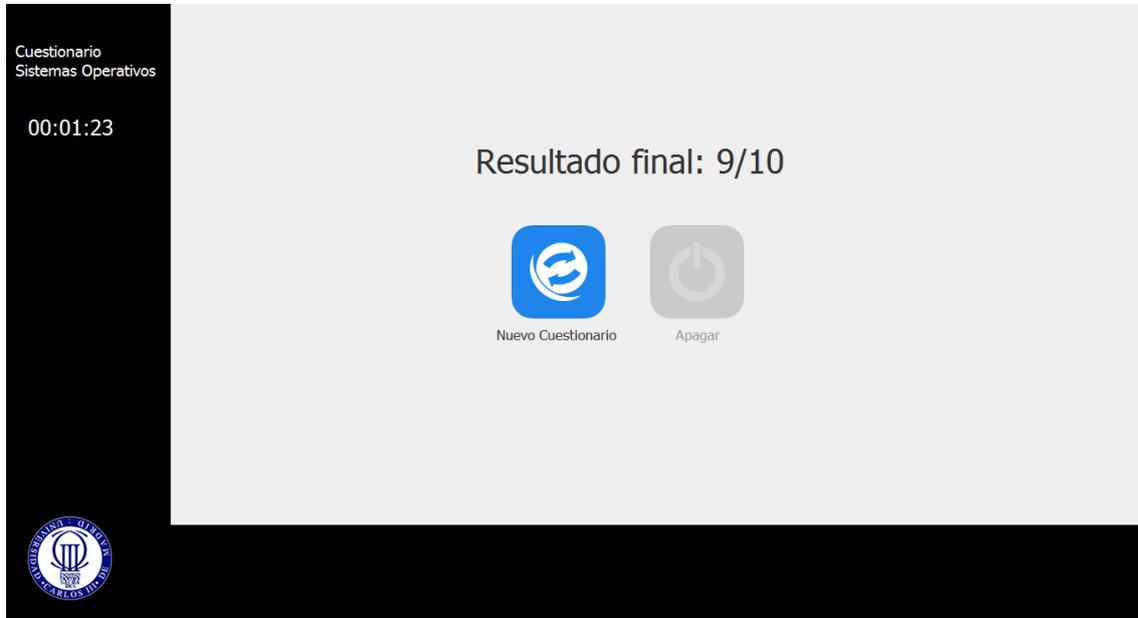


Ilustración 45. Pantalla pregunta seleccionada

Finalmente, como se observa en la última Ilustración, se mostrará un resumen con el resultado del test y se permitirá seleccionar dos opciones, siendo la situada a la izquierda la de realizar un nuevo cuestionario y la de la derecha apagar el dispositivo. Se podrá navegar entre ellas mediante los botones derecha e izquierda del mando a distancia y seleccionando la opción mediante el botón Enter.



**Ilustración 46. Pantalla resultado final**



# **- ANEXO II -**

# **MANUAL DE**

# **ADMINISTRADOR**

## 1. INTRODUCCIÓN

Este sistema se trata de una aplicación de cuestionarios en la que el alumno deberá responder a las preguntas asignadas por el profesor a través del dispositivo portable Raspberry Pi para la posterior revisión de los resultados por parte del educador.

El administrador del sistema deberá de encargarse de cargar los cuestionarios correspondientes a su asignatura, así como visualizar los resultados obtenidos por el alumno y realizar los cambios oportunos que estime necesarios sobre la aplicación.

Este manual está destinado a la correcta administración del sistema por parte del profesor de la asignatura en cuestión.

## 2. REQUISITOS PREVIOS E INSTALACIÓN

El administrador deberá de poseer de los siguientes medios para la administración del sistema:

- Ordenador PC convencional.
- Dispositivo Raspberry Pi.
- Transformador mini USB o mini USB-USB.
- Tarjeta SD con el sistema.
- Conexión de red.

### 3. ACCESO AL SISTEMA

Para el acceso al sistema se deberá, en primer lugar, introducir su tarjeta SD, conectar el dispositivo a la corriente, y conectarlo a nuestra red.

El administrador deberá conectarse al dispositivo de manera remota, preferiblemente con un servidor x. El dispositivo deberá de estar conectado a la red de la que se disponga para poder acceder a él a través de su propia dirección IP. En el caso específico demostrado en este manual se ha utilizado Xming, como se puede usar cualquier otro programa de este tipo. Se deberá de acceder con el usuario específico asignado al administrador así como con su contraseña.

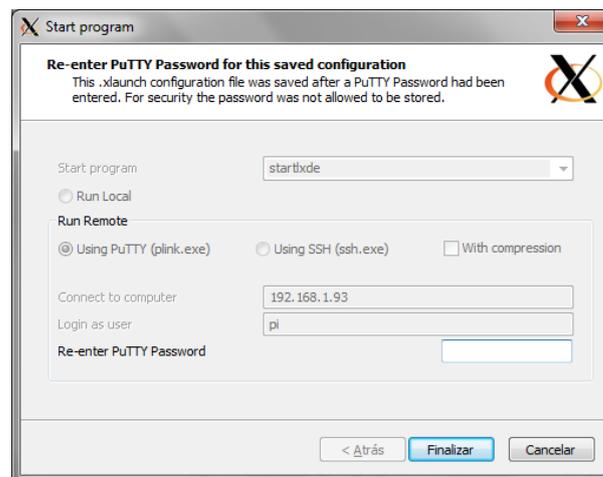


Ilustración 47. Acceso Raspberry Pi administrador

Al iniciar el programa se accederá al escritorio del dispositivo Raspberry Pi que quedará dispuesto de una manera similar a la mostrada en la siguiente ilustración.

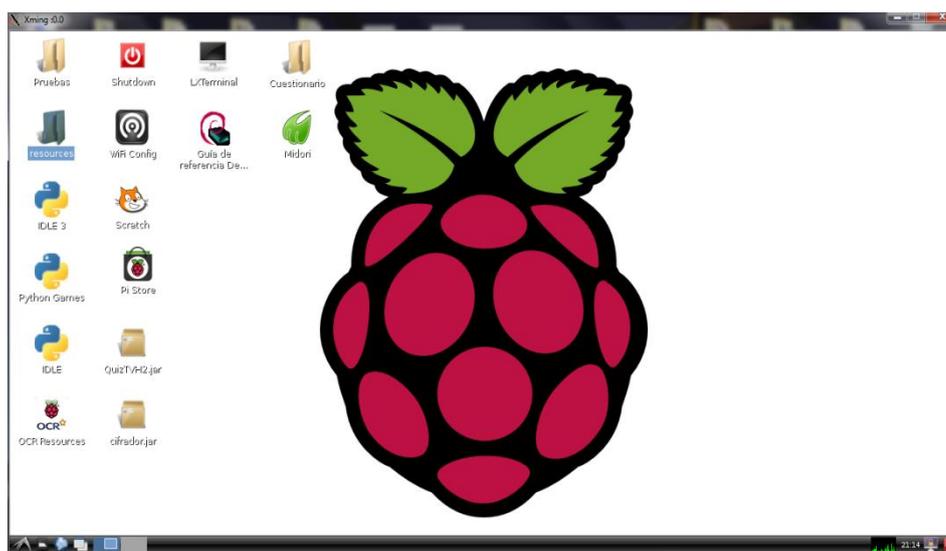


Ilustración 48. Escritorio Raspberry Pi

## 4. CARGA DE CUESTIONARIOS

Para introducir las preguntas que se quieren mostrar en la aplicación se deberá de acceder al directorio `home/pi/Desktop/resources/` (variando pi por el nombre de usuario específico) donde nos encontraremos con el fichero `preguntasCuestionario.xml`.

El administrador deberá de crear o editar el fichero `preguntasCuestionario.xml` con el formato predefinido:

```
<Cuestionario>
  <question tema="X">
    <pregunta> </ pregunta>
    <respuestaA> </respuestaA>
    <respuestaB> </respuestaB>
    <respuestaC> </respuestaC>
    <respuestaD> </respuestaD>
    <solucion> </solucion>
  </question>
</Cuestionario>
```

Cuando se tenga configurado el correspondiente XML, el administrador deberá de proceder a cifrar el mismo con un programa específico diseñado con este fin llamado cifrador y ubicado en el escritorio.

Únicamente se deberá de ejecutar este programa:

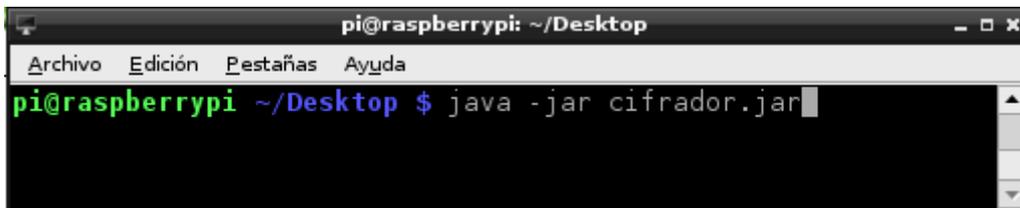


Ilustración 49. Ejecución cifrador preguntas

De esta manera se generará el par de claves, pública y privada, necesario para el cifrado y descifrado y el fichero inicial creado por el administrador se reemplazará por el nuevo cifrado. Terminando este proceso el sistema estará listo para iniciarse en un televisor. Adicionalmente el administrador podrá definir el número de preguntas que tendrá el cuestionario modificando el valor de la propiedad `NUM_PREGUNTAS` del archivo `config.properties` ubicado en la carpeta `resources`. De esta forma se podrá definir el título del cuestionario modificando la propiedad `NOMBRE_CUESTIONARIO` del mismo `.properties`.

## 5. ACCESO AL REGISTRO DE RESULTADOS

En el caso de querer consultar los resultados obtenidos por el alumno, así como su interacción con el cuestionario, se deberá de acceder al fichero correspondiente en el directorio `home/pi/Desktop/resources/logs` (dependiendo el directorio `pi` del nombre de usuario asignado). En esta ubicación se encontrarán todos los logs creados, uno por realización de cada cuestionario, identificado mediante el día y la hora de su comienzo.

Estos ficheros, como es normal estarán cifrados. Para su descifrado se deberá de ejecutar el programa `openssl` con el siguiente comando por consola.

```
~$ openssl enc -d aes128 -in <nombre del fichero cifrado> -pass  
pass:<contraseña> -out <nombre de fichero de salida>
```

Una vez descifrado el fichero escogido, el administrador podrá proceder a visualizar su contenido que presentará un formato similar al mostrado en la ilustración que se tiene a continuación.

```
resultados.txt  
Archivo Editar Buscar Opciones Ayuda  
1 26-05-2014 16:17:09 Comienzo pregunta 1  
2 26-05-2014 16:17:21 Pregunta: 1 Seleccionada opción: pepe recibe 0 y termina la ejecución Incorrecta  
3 26-05-2014 16:17:54 Pregunta: 1 Seleccionada opción: pepe recibe 0 y sigue ejecutando Incorrecta  
4 26-05-2014 16:17:55 Pregunta: 1 Seleccionada opción: pepe no ejecuta ninguna instrucción después del exec Correcta  
5 26-05-2014 16:17:57 Comienzo pregunta 2  
6 26-05-2014 16:17:58 Pregunta: 2 Seleccionada opción: Con una señal Incorrecta  
7 26-05-2014 16:17:59 Pregunta: 2 Seleccionada opción: Con uno de los parámetros de la llamada. Incorrecta  
8 26-05-2014 16:18:00 Pregunta: 2 Seleccionada opción: Con un valor negativo en el resultado de la función llamada al sis  
9 26-05-2014 16:18:01 Pregunta: 2 Seleccionada opción: Con un valor negativo en el resultado de la función llamada al sis  
10 26-05-2014 16:18:02 Comienzo pregunta 3  
11 26-05-2014 16:18:03 Pregunta: 3 Seleccionada opción: Cuando muere su padre sin haber hecho WAIT por él Incorrecta  
12 26-05-2014 16:18:04 Pregunta: 3 Seleccionada opción: Cuando él muere y su padre no ha terminado todavía Incorrecta  
13 26-05-2014 16:18:05 Pregunta: 3 Seleccionada opción: Cuando muere su padre y él no ha terminado todavía Incorrecta  
14 26-05-2014 16:18:06 Pregunta: 3 Seleccionada opción: Cuando él muere y su padre no ha hecho WAIT por él Correcta  
15 26-05-2014 16:18:07 Comienzo pregunta 4  
16 26-05-2014 16:18:08 Pregunta: 4 Seleccionada opción: Ninguna Correcta  
17 26-05-2014 16:18:11 Comienzo pregunta 5  
18 26-05-2014 16:18:12 Pregunta: 5 Seleccionada opción: Las llamadas al sistema Correcta  
19 26-05-2014 16:18:13 Comienzo pregunta 6  
20 26-05-2014 16:18:14 Pregunta: 6 Seleccionada opción: Señales Incorrecta  
21 26-05-2014 16:18:15 Pregunta: 6 Seleccionada opción: Interrupciones Correcta  
22 26-05-2014 16:18:16 Comienzo pregunta 7  
23 26-05-2014 16:18:17 Pregunta: 7 Seleccionada opción: Un pipe puede tener cualquier número de escritores pero no más de  
24 26-05-2014 16:18:18 Pregunta: 7 Seleccionada opción: Cuando un pipe tiene más de un escritor, la información contenida  
25 26-05-2014 16:18:19 Pregunta: 7 Seleccionada opción: Cuando un pipe tiene más de un lector, la información contenida se  
26 26-05-2014 16:18:20 Pregunta: 7 Seleccionada opción: Un pipe puede tener cualquier número de escritores y cualquier num  
27 26-05-2014 16:18:21 Comienzo pregunta 8  
28 26-05-2014 16:18:22 Pregunta: 8 Seleccionada opción: El proceso B entra en estado zombie si muere y A no está en WAIT.  
29 26-05-2014 16:18:24 Comienzo pregunta 9  
30 26-05-2014 16:18:24 Pregunta: 9 Seleccionada opción: El código de los procesos del administrador del sistema que tengan  
31 26-05-2014 16:18:27 Pregunta: 9 Seleccionada opción: Ciertas partes críticas del código del sistema operativo. Correcta  
32 26-05-2014 16:18:29 Comienzo pregunta 10  
33 26-05-2014 16:18:29 Pregunta: 10 Seleccionada opción: Todas las rutinas de tratamiento deben estar en el espacio del SO  
34 Número de respuestas correctas: 4  
35
```

Ilustración 50. Fichero de registro de resultados

En el fichero se puede observar la hora con una precisión de segundos a la que se ha realizado la acción. Las acciones indicarán el comienzo de cada pregunta y las opciones seleccionadas informando si son correctas o incorrectas.

## 6. CONSIDERACIONES ADICIONALES

Para la modificación de características del código fuente, se le facilitarán al administrador sus clases que podrán ser modificadas para la creación de nuevas mejoras o características.

El administrador únicamente deberá de generar el fichero .jar ejecutable con el nombre “QuizTVH2.jar”, que es el que se debe de cargar en el dispositivo en el Escritorio del usuario en cuestión.

Para el correcto funcionamiento de la aplicación deberá de existir el script quiz.sh en el Escritorio que es el que lanzará la aplicación al inicio del sistema. En la carpeta resources se encuentran, además de los ficheros log, las imágenes utilizadas en la propia aplicación, las claves y el fichero de configuración.