

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



Grado en Ingeniería Informática

TRABAJO FIN DE GRADO

**APLICACIÓN PARA LA DIVULGACIÓN DE MATERIAL
AUDIOVISUAL EN HISTORIA Y ARQUEOLOGÍA**

**Yolanda Díaz Ramos
Tutor: Sacha Gómez Moñivas
Ponente: Simone Santini**

JULIO 2015

Resumen

Este documento presenta la aplicación “TT-209”, una solución para dispositivos móviles y tablets Android orientada a los alumnos de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y extensible a cualquier estudiante con interés por la historia y la arqueología, así como, cualquier docente que pueda desempeñar sus enseñanzas ayudado por esta herramienta.

El proyecto software “TT-209” se inició con el objetivo de dar a conocer la misión arqueológica para el estudio y la restauración de la Tumba Tebana 209 en Luxor (Egipto). Así como, solventar las deficiencias docentes causadas por la lejanía geográfica de esta expedición, utilizando material audiovisual que pudiera explicar los avances de la excavación y divulgar las investigaciones realizadas hasta el momento.

El trabajo se ha realizado con la colaboración del Departamento de Historia Antigua, Medieval, Paleografía y Diplomática de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y el Departamento de Arqueología de la Universidad de La Laguna (ULL) procedente de Tenerife (Islas Canarias).

Entre las principales funcionalidades ofrecidas por esta herramienta docente se encuentran: el registro de alumnos, la gestión de mapas sobre los que establecer eventos relacionados con la época de uso de la tumba, la divulgación de material fotográfico de la excavación y videos sobre las conclusiones de las investigaciones realizadas, la gestión de la visita virtual 3D de la tumba, la divulgación de cuentas oficiales de entidades que apoyan esta investigación y el desarrollo de un videojuego sobre preguntas y respuestas relacionadas con la Historia Antigua.

Con el fin de proporcionar la documentación sobre la que se sustenta la elaboración de este proyecto, se adjuntan unos anexos relacionados con los trabajos llevados a cabo en la tumba por el equipo arqueológico.

Palabras clave:

TT-209, tumba tebana, m-learning, smartphones, tablets, estudiantes, universidad, Android, proceso de enseñanza-aprendizaje, diseño 3D, historia, arqueología.

Abstract

This document presents the "TT-209" application, a solution for Android smartphones and tablets intended for students from the Universidad Autónoma de Madrid (UAM). It is also aimed at the students interested in history and archeology, as well as any teacher who may perform its teachings helped by this tool.

The first aim of the "TT-209" software project is to raise awareness of the archaeological mission for the study and restoration of the Theban Tomb 209 in Luxor (Egypt). Besides, it pursuits to solve some educational shortcomings, which are a consequence of this expedition's geographical remoteness. For this purpose, it uses audiovisual material in order to explain the progress of the excavation and to spread the research conducted so far.

The work has been done in collaboration with the Department of Ancient History, Medieval, Paleography and Diplomacy at the Universidad Autónoma de Madrid (UAM) and the Department of Archaeology at the Universidad de La Laguna (ULL) in Tenerife (Canary Islands).

The main features offered by this educational tool include: the registration of students; the map management, which allows to establish events related to the time of use of the grave; the disclosure of photographic material from the excavation and the videos on the conclusions of the conducted research; the management of a 3D virtual tour of the tomb; the disclosure of official accounts of the entities that support this research; and the development of a video game about questions and answers related to Ancient History.

In order to provide documentation on the development of this project, they are attached some annexes with the work carried out in the tomb by the archaeological team.

Keywords:

TT-209, Theban Tomb, m-learning, smartphones, tablets, students, university, Android, teaching-learning process, 3D design, history, archaeology.

Agradecimientos

En primer lugar quiero dar las gracias a mi tutor, Sacha Gómez, por darme la oportunidad de realizar este trabajo que tanto quería, por guiarme todo este año y ayudarme cuando lo necesité. A Miguel Ángel Molinero, Covadonga Sevilla Cueva y miembros de la expedición, sin los cuales no sería posible la realización de este proyecto. Y a Pablo Molins por toda la ayuda prestada en estos meses de trabajo.

En segundo lugar, al profesor Alejandro Sierra por su infinita paciencia y sus consejos durante la implementación del proyecto. Así como a los profesores que durante estos años me han aportado múltiples conocimientos y han volcado sus esfuerzos en mí.

También agradecer a mis compañeros de la UAM y en especial a Josué, mi pareja de prácticas durante la mayoría de las asignaturas, por todos los momentos de desconexión y risas que tanto me ayudaron y por compartir de la mejor manera posible los agobios de la carrera.

Finalmente y no menos especial, a mi familia, por todo su apoyo durante estos años de carrera y haberme proporcionado estos estudios.

Gracias.

*Yolanda Díaz Ramos
Julio 2015*

Índice de contenidos

1.	Introducción.....	1
1.1	Motivación.....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Estructura del documento	3
2.	Estado del arte	5
2.1	Visión general de las TICs en el ámbito docente.....	5
2.2	E-learning.....	7
2.3	M-learning	8
2.3.1	Concepto e inicios	8
2.3.2	Ventajas y desventajas.....	9
2.3.3	Ejemplos de aplicaciones m-learning	11
2.4	Uso de smartphones y tablets en España.	12
2.5	Android: cuota de mercado.....	13
3.	Análisis de requisitos.....	15
3.1	Requisitos funcionales	15
3.2	Requisitos no funcionales	17
4.	Diseño.....	19
4.1	Tecnologías utilizadas.....	19
4.2	Arquitectura de la aplicación	20
4.3	Diseño gráfico en 3D de la tumba tebana 209	20
4.3.1	Alzado.....	21
4.3.2	Perfil	22
4.3.3	Planta	23
4.3.4	Interior – Sala transversal	24
4.3.5	Interior – Sala hipóstila de cuatro pilares	25
4.4	Diseño conceptual y visual de la interacción del sistema.....	26
4.4.1	Pantalla de inicio	26
4.4.2	Pantalla de autenticación	27
4.4.3	Pantalla de registro	27
4.4.4	Pantalla principal	28
4.4.5	Pantallas de eventos (creación y visualización)	28
4.4.6	Pantalla de contactos	29
4.4.7	Pantalla tumba 209	29

4.4.8	Pantalla galería de imágenes.....	30
4.4.9	Pantalla imagen completa.....	30
4.4.10	Pantalla visita virtual	31
4.4.11	Pantalla información de estancia	31
4.4.12	Pantalla juego de preguntas	32
4.4.13	Pantalla video	32
4.5	Diseño de la base de datos	33
5.	Implementación	35
5.1	Lenguajes de programación	35
5.2	Parte Cliente.....	35
5.2.1	Estructura del código	35
5.2.2	Librerías.....	37
5.2.3	Integración del servicio Google Maps.....	37
5.2.4	Roles	38
5.2.5	AsyncTask	39
5.2.6	Preferencias	40
5.2.7	Menús	40
5.2.8	Diálogos.....	40
5.2.9	Actividades y flujo de la aplicación	41
5.3	Parte Servidor	44
5.3.1	Acceso al servidor	44
6.	Pruebas	47
6.1	Pruebas unitarias y de integración.	47
6.2	Pruebas de adaptación a distintos tamaños de pantalla.....	47
7.	Resultado	49
8.	Conclusiones.....	63
8.1	Contribuciones	63
8.2	Trabajo futuro	63
	Referencias	65
	Anexo A: Tumba tebana 209.....	69
	Anexo B: Art. National Geographic	73
	Anexo C: Plano tumba tebana 209	75
	Anexo D: Código de interés	77
	Anexo E: Diagrama E-R.....	85
	Anexo F: Pruebas	87

Índice de tablas

Tabla 1 - Uso de smartphone (Europa).....	12
Tabla 2 - Penetración mundial de smartphones.....	12
Tabla 3 - Versiones Android por dispositivos.....	14
Tabla 4 - Usuarios	33
Tabla 5 - Eventos.....	33
Tabla 6 - Videos	34
Tabla 9 - Preguntas	34
Tabla 7 - Respuestas.....	34
Tabla 8 - Materias.....	34

Índice de figuras

Figura 1 - Venta mundial de smartphones (SO).....	13
Figura 2 - Venta en España de smartphones (SO).....	13
Figura 3 - Gráfico circular de versiones Android por dispositivos	14
Figura 4 - Modelo Cliente-Servidor	20
Figura 5 - Alzado de la Tumba Tebana 209	21
Figura 6 - Perfil de la Tumba Tebana 209.....	22
Figura 7 - Planta de la Tumba Tebana 209.....	23
Figura 8 - Sala transversal de la Tumba Tebana 209	24
Figura 9 - Sala de los pilares de la Tumba Tebana 209.....	25
Figura 10 - Boceto Pantalla inicio (Port).....	26
Figura 11 - Boceto Pantalla inicio (Land)	26
Figura 13 - Boceto Pantalla login (Land)	27
Figura 15 - Boceto Pantalla registro (Land)	27
Figura 12 - Boceto Pantalla login (Port).....	27
Figura 14 - Boceto Pantalla registro (Port).....	27
Figura 17 - Boceto Pantalla principal (Land)	28
Figura 19 - Boceto Pantalla evento (Land).....	28
Figura 16 - Boceto Pantalla principal (Port).....	28
Figura 18 - Boceto Pantalla evento (Port)	28
Figura 21 - Boceto Pantalla contactos (Land)	29
Figura 23 - Boceto Pantalla tumba (Land)	29
Figura 20 - Boceto Pantalla contactos (Port).....	29
Figura 22 - Boceto Pantalla tumba (Port).....	29
Figura 25 - Boceto Pantalla galería (Land)	30
Figura 27 - Boceto Pantalla imagen (Land).....	30
Figura 24 - Boceto Pantalla galería (Port)	30
Figura 26 - Boceto Pantalla imagen (Port)	30
Figura 29 - Boceto Pantalla visita (Land).....	31
Figura 31 - Boceto Pantalla información (Land).....	31
Figura 28 - Boceto Pantalla visita (Port)	31
Figura 30 - Boceto Pantalla información (Port)	31
Figura 33 - Boceto Pantalla juego (Land)	32
Figura 34 - Boceto Pantalla video (Land)	32
Figura 32 - Boceto Pantalla juego (Port).....	32
Figura 35 - Entidad Usuario	33
Figura 36 - Entidad Evento.....	33
Figura 37 - Entidad Video	34
Figura 38 - Configuración para el uso de Google Maps.....	38
Figura 39 - Progress dialog.....	39
Figura 40 - Diagrama de flujo de actividades.....	41
Figura 41 - InicioActivity (Port).....	49
Figura 42 - InicioActivity (Land)	49
Figura 43 - LoginActivity (Port)	50
Figura 44 - LoginActivity (Land).....	50
Figura 45 - RegistroActivity (Port)	51
Figura 46 - RegistroActivity (Land).....	51
Figura 47 - PrincipalActivity - Satellite (Port)	52

Figura 48 - PrincipalActivity – Mapa (Land)	52
Figura 50 - PrincipalActivity Menu	53
Figura 49 - PrincipalActivity Dialog	53
Figura 52 - EventoCreacionActivity	54
Figura 51 - EventoVisualizacionActivity	54
Figura 53 - ContactoActivity (Port)	55
Figura 54 - ContactoActivity (Land)	55
Figura 55 - TumbaActivity Menu (Port)	56
Figura 56 - TumbaActivity (Land)	56
Figura 57 - VideoFullActivity	57
Figura 58 - VideoFullActivity Control	57
Figura 59 - GaleriaActivity (Port)	58
Figura 60 - GaleriaActivity (Land)	58
Figura 61 - ImagenActivity (Port)	59
Figura 62 - ImagenActivity (Land)	59
Figura 63 - VisitaVirtualActivity (Port)	60
Figura 64 - VisitaVirtualActivity (Land)	60
Figura 65 - InfoVisualizacionActivity (Port)	61
Figura 66 - InfoVisualizacionActivity (Land)	61
Figura 67 - JuegoActivity (Port)	62
Figura 68 - JuegoActivity (Land)	62
Figura 69 - Plano de la tumba 209	75
Figura 70 - Diálogo para confirmar la creación de un evento	83
Figura 71 - Diagrama E-R	85

Glosario de términos

Android: sistema operativo orientado a dispositivos móviles, basado en una versión modificada del núcleo Linux.

API: (del inglés: *Application Programming Interface*) conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos o métodos que proporciona cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción. Cuando se intenta estandarizar una plataforma, se estipulan unos APIs comunes a los que deben ajustarse todos los desarrolladores de aplicaciones.

PHP: (del inglés: *Hypertext Preprocessor*) lenguaje de programación del lado del servidor y de código abierto, especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.

Java: lenguaje de programación orientado a objetos, de código abierto, muy flexible y que funciona en cualquier plataforma, ya que no es el sistema quien realiza la ejecución si no una maquina virtual. Entre otros casos, utilizado para implementar aplicaciones Android.

Clase: abstracción que define un tipo de objeto especificando qué propiedades (atributos) y operaciones disponibles va a tener. Pilar fundamental de la programación orientada a objetos y por tanto, muy presente en el lenguaje Java.

Actividad: (en inglés: *Activity*) representación visual e interactiva de una aplicación Android o de forma más simple, término utilizado para referirse a cada pantalla de la aplicación. Cada actividad está compuesta de una parte lógica y otra gráfica, siendo la primera un archivo .java donde escribir el código y siendo la segunda, un fichero XML donde definir los elementos visibles de la pantalla.

Smartphone: (también denominado teléfono inteligente) tipo de teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, que ofrece funciones más potentes que un teléfono móvil común. Permite la instalación de programas para incrementar el procesamiento de datos y la conectividad y se caracteriza generalmente por su pantalla táctil.

Tablet: computadora portátil de mayor tamaño que un Smartphone y más pequeña que un netbook, integrada en una pantalla táctil con la que se interactúa sin necesidad de teclado ni ratón.

HTTP: (del inglés: *Hypertext Transfer Protocol*) protocolo sin estado utilizado en cada transacción de la World Wide Web. Define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos software de la arquitectura web Cliente-Servidor para comunicarse mediante el esquema petición-respuesta.

1. Introducción

1.1 Motivación

En los últimos años el avance de las tecnologías de la información y de la comunicación (TICs) ha experimentado una rápida expansión, favorecido sobre todo por la aparición de Internet, que ha modificado los modos de conocer y relacionarse de las personas. Se ha producido un importante cambio científico-tecnológico, surgiendo la sociedad de la información, en la cual las tecnologías facilitan la creación, distribución y manipulación de la información. Cuanto mayor es la cantidad de información generada por la sociedad, mayor es la necesidad de convertirla en conocimiento.

Actualmente la sociedad siente la necesidad de compartir información con el resto de personas, incluso sin conocerlas, desde cualquier lugar y de manera instantánea. Pensando en algunas acciones de la vida diaria, se observa como las TICs están presentes en la mayoría de ellas: llamadas o mensajes mediante el móvil, localizar un lugar mediante el GPS, leer el correo electrónico, actualizar el perfil de la red social, chatear con los amigos, desarrollar un blog... Tanto es así que las nuevas generaciones conviven y crecen con numerosos elementos tecnológicos que afectan a su ocio y relaciones personales.

Sin duda uno de los campos que más se ha visto afectado por estos avances tecnológicos, es la educación. Los más jóvenes no se acercan a la biblioteca para consultar una información, si no que mediante sus dispositivos electrónicos acceden a Internet donde se reúnen millones de datos. En la última década, se ha dotado a los centros educativos de novedosas tecnologías y se ha formado al profesorado para aplicar metodologías de trabajo que ayuden a las nuevas generaciones a combinar el uso de las tecnologías con su propio pensamiento y así aumentar la capacidad de aprendizaje.

El proyecto TT-209 pretende aprovechar las destrezas digitales de los jóvenes alumnos, para dar a conocer los trabajos de excavación de una tumba tebana, mediante la aplicación de la metodología docente denominada m-learning.

Los trabajos de excavación referidos comenzaron en 2012 [*ver Anexo A: Tumba tebana 209*], cuando el equipo arqueológico dirigido por Miguel Ángel Molinero de la Universidad de La Laguna (ULL), ubicada en Tenerife, redescubrió una tumba de la dinastía XXV en Luxor (Egipto).

El primer occidental conocido que entró en la denominada Tumba Tebana 209 (TT-209), fue un químico y arqueólogo británico de nombre Robert Mond en el año 1902. Pero el único plano fiable de la tumba lo trazó el austriaco Diethelm Eigner en los años setenta y es utilizado en la actualidad por el equipo arqueológico para guiar los trabajos de excavación [*ver Anexo C: Plano tumba tebana 209*]. Sin embargo, la tumba está construida encima de un wadi, un barranco que habitualmente está seco pero que durante los periodos de lluvia canaliza el agua. Por lo que los planos indican, la etapa de estudio de este segundo investigador, se vio afectada por la gran cantidad de depósitos



que se encontraban en el interior de la tumba, por lo que se cree que sus dimensiones podrían ser mayores de lo que en el papel se refleja.

La primera campaña se centró en la localización de la tumba, ya que las referencias topográficas del terreno indicadas en el plano se habían perdido y no se divisaba ningún resto de la tumba. Posteriormente se realizaron otras dos más y este año ya hay programada una cuarta intervención.

Mediante estos trabajos se ha conocido que la tumba es más grande y compleja de lo previsto, con cámaras laterales en el interior y edificios de culto en el exterior. Además, se ha podido identificar a su propietario mediante unas inscripciones y se sabe que era un alto funcionario nubio de nombre Nisemro.

El interés de la Universidad Autónoma de Madrid reside en enseñar los avances de esta investigación a sus alumnos de historia y arqueología. La localización de los trabajos en Egipto impide el traslado de los estudiantes al lugar debido a los altos costes económicos. Además, el país atraviesa un periodo de cierta inestabilidad debido a una crisis política y a su correspondiente cambio de gobierno, lo que dificulta los desplazamientos al lugar, debido a los permisos necesarios para la visita de la tumba.

El presente trabajo pretende dar solución a estos problemas con el desarrollo de una aplicación para móviles y tablets Android orientada a los alumnos, que mediante el uso de las TICs basadas en material audiovisual, mapas geográficos, juegos educativos y un mundo virtual 3D, eliminen esta brecha geográfica y faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.2 Objetivos

Los objetivos marcados en este trabajo se centran en: primero, dar a conocer las investigaciones llevadas a cabo en la actualidad por el equipo arqueológico de la Universidad de La Laguna (ULL) sobre la tumba tebana 209 en Luxor (Egipto). Segundo, desarrollar una aplicación dirigida a profesores y alumnos de la facultad de historia y arqueología de la UAM para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De forma concreta, las funcionalidades ofrecidas por la aplicación son:

- Gestión de autenticación y registro de profesores y estudiantes.
- Integración de Google Maps para establecer eventos en mapa relacionados con la época de uso de la tumba 209.
- Creación de una galería para la visualización de instantáneas sobre los trabajos realizados en la tumba.
- Divulgación de videos sobre las conclusiones de las investigaciones llevadas a cabo.
- Diseño gráfico de la tumba 209 en 3D y gestión de la visita virtual.
- Divulgación de cuentas oficiales referentes a las universidades y organismos que participan en esta investigación.
- Creación de un juego de preguntas-respuestas sobre Historia Antigua.

1.3 Estructura del documento

El documento tratado se estructura de la siguiente manera:

- **Capítulo 1: Introducción.** En este capítulo se exponen las motivaciones y objetivos del trabajo.
- **Capítulo 2: Estado del arte.** En este capítulo se realiza una visión general del uso de las TICs como herramienta para potenciar la docencia. Se define el concepto de m-learning y se presentan ejemplos de aplicaciones reales que usan esta metodología docente. Por último se presenta un estudio de mercado sobre smartphones y tablets Android.
- **Capítulo 3: Diseño.** En este capítulo se plantean las tecnologías empleadas, la arquitectura del sistema, sus funcionalidades, la representación en 3D de la tumba y el esquema representativo de la base de datos.
- **Capítulo 4: Implementación.** En este capítulo se indican los lenguajes de programación utilizados y distintos aspectos del código generado.
- **Capítulo 5: Pruebas.** En este capítulo se demuestra el funcionamiento del software desarrollado, testeando la aplicación en dispositivos de distintas características.
- **Capítulo 6: Resultados.** En este capítulo se muestra la solución software final.
- **Capítulo 7: Conclusiones.** En este capítulo se presenta una síntesis del trabajo realizado y se plantean las futuras líneas de trabajo.
- **Anexo A: Tumba tebana 209.** Descripción de las principales características de la tumba tebana 209.
- **Anexo B: Artículo National Geographic – tumba 209.** Información sobre los trabajos de excavación de la tumba 209 realizados por el equipo arqueológico de la Universidad La Laguna.
- **Anexo C: Plano tumba tebana 209.** Plano de la tumba 209 trazado por Diethelm Eigner en los años setenta y utilizado para la reconstrucción en 3D.
- **Anexo D: Código de interés.** Se presentan fragmentos de código extraídos de la aplicación implementada para facilitar el entendimiento de los conceptos: AsyncTask, preferencias, menús y diálogos.
- **Anexo E: Diagrama E-R.** Representación de las entidades relevantes del sistema, así como, sus interrelaciones y propiedades.
- **Anexo F: Pruebas.** Recopilación de un conjunto de pruebas unitarias y de integración realizadas para comprobar el funcionamiento de la aplicación.



2. Estado del arte

Este apartado pretende dar una visión general del uso de las tecnologías como herramienta para favorecer y potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje, haciendo referencia a las principales modalidades existentes, que reflejan cómo el sistema educativo ha sabido evolucionar junto a los avances en las tecnologías de la comunicación y de la información. Así mismo, focaliza su atención en el concepto “m-learning”, estrechamente relacionado con la modalidad de aprendizaje utilizada en el proyecto “TT-209” y propone algunos ejemplos de su aplicación en las principales empresas e instituciones educativas. También se plantea el importante uso de los dispositivos smartphones y tablets entre los jóvenes españoles y la fuerte presencia de Android como sistema operativo en estos dispositivos.

2.1 Visión general de las TICs en el ámbito docente

En los últimos años el papel que han jugado las Tecnologías de la Comunicación y de la Información (TICs) ha crecido exponencialmente, entendiéndose como un conjunto de recursos, herramientas y dispositivos que permiten que la información sea procesada de manera automática. Siendo importantes las computadoras, los dispositivos de almacenamiento (servidores, discos, USBs), los dispositivos móviles (smartphone y tablets), así como las redes de comunicación que permiten el acceso a Internet para la distribución de la información a cualquier rincón del mundo.

Presentes en una era que potencia el almacenaje, procesamiento y transmisión de la información, surgen características como la movilidad, la inmediatez y la globalidad, donde el usuario pretende obtener información y comunicarse con otros evitando cualquier barrera de tiempo y espacio.

La comunicación aparece en cualquier proceso de aprendizaje:

- Enseñar es comunicar para promover el aprendizaje.
- Aprender es construir de forma activa un conocimiento contextualizado.

Por lo tanto, el aprendizaje es un proceso [1]:

- Individual: requiere de un sujeto motivado que esté dispuesto a ampliar sus conocimientos.
- Social: la comunicación entre varios como principal herramienta de enriquecimiento.
- Activo: el alumno mediante su actividad mental conecta las ideas conocidas y las recién adquiridas para construir otros pensamientos nuevos haciendo uso de su creatividad.

De lo anterior se desprende que la tecnología de la comunicación y el aprendizaje son dos conceptos que se pueden relacionar.

Como indicó Perkins y Salomón [2]: *“Utilizar un ordenador supone una simbiosis de nuestra inteligencia con una herramienta externa sin la cual la mente contaría solo con sus propios medios y no funcionaría igual...”*



La educación basada en la tecnología (Technology-Enabled Education), consiste en trasladar las TICs al ámbito docente, convirtiéndolas en una potente herramienta pedagógica que puede usarse de manera beneficiosa en el proceso de aprendizaje de los alumnos, pues:

- Facilitan el aprendizaje y desarrollo de nuevas habilidades.
- Amplían las capacidades físicas y mentales.
- Mejoran las posibilidades de desarrollo social.

El proceso evolutivo de las TICs ha desencadenado la aparición de novedosas metodologías pedagógicas [3]:

- **EAO: Enseñanza Apoyada en el Ordenador**
Engloba toda la maquinaria y programas informáticos diseñados para ayudar al profesor y a los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los programas utilizados se basan en ejercicios y sesiones de preguntas y respuestas que presentan un tema para poder verificar el progreso del estudiante. De esta manera, cada alumno puede seguir su propio ritmo de trabajo y aprendizaje.
- **Multimedia Educativa**
Engloba materiales didácticos multimedia que orientan y regulan el proceso enseñanza-aprendizaje y están basados en la combinación de texto, color, gráficos, animaciones, video y sonido. Explícita o implícitamente promueven la actuación/colaboración de los estudiantes mediante la interacción con estos elementos y permiten evaluar su proceso de aprendizaje.
- **Tele-Educación**
Referencia al conjunto de actividades educativas, donde profesores y estudiantes no tienen que compartir ni el mismo lugar físico, ni momento de tiempo gracias al uso de las tecnologías telemáticas. Unifica los conceptos de Teleformación y Teleaprendizaje siendo el primero, un proceso donde el profesor sigue jugando su tradicional papel de guía en las enseñanzas, mientras que el segundo, se centra en la independencia del estudiante para ampliar sus conocimientos siendo el único responsable de su educación.
- **Enseñanza basada en la WEB (WBE)**

“Repertorio de estrategias de instrucción cognitivas dentro de un ambiente de aprendizaje constructivo y colaborativo, que utiliza los atributos de la World Wide Web.”

La aparición del término Web 2.0, para designar al conjunto de sitios web que facilitan el compartir información, la interoperabilidad, el diseño centrado en el usuario y la colaboración en la World Wide Web, desembocó en la utilización del popular término **Educación 2.0** orientado al ámbito de la docencia.



2.2 E-learning

Un concepto muy utilizado por instituciones, empresas y agentes educativos, es e-learning cuya traducción es aprendizaje electrónico.

Según la Comisión Europea [4], *“E-learning es la utilización de las nuevas tecnologías multimedia y de internet para mejorar la calidad del aprendizaje facilitando el acceso a recursos y servidos así como la colaboración e intercambio remoto”*.

Como se aprecia, su definición es muy parecida a las ya comentadas anteriormente, por lo que hay que destacar que el proceso formativo se centra en un espacio digital denominado “aula virtual” donde se da la interacción profesor-alumno, como ya indicó Murray Turoff del instituto tecnológico de Nueva Jersey [5].

El alumno puede realizar las mismas acciones que en un aula real como leer textos, preguntar a su profesor, hacer ejercicios, realizar trabajos grupales o compartir ideas, entre otros. Esta metodología utiliza herramientas o aplicaciones de hipertexto (foros de discusión, mensajería instantánea, páginas web, correo electrónico) para hacer más amigables las lecciones y a diferencia de la enseñanza tradicional focaliza su atención en el alumno.

Es posible catalogar distintos modelos formativos de e-learning en función de distancia establecida entre profesor y alumno [6]:

- **Enseñanza presencial con apoyo de Internet**
Utiliza el aula virtual únicamente como complemento a los estudios presenciales, para que el alumno tenga acceso a todo el material explicado en clase, así como, tutorías, calificaciones, eventos... En este modelo la interacción social es bastante limitada.
- **Enseñanza a distancia.**
No existe relación presencial entre profesor y alumno porque la enseñanza es a distancia, por lo que el aula virtual adquiere importancia máxima. Se caracteriza por una elevada interacción social entre la comunidad estudiantil, incluyendo al profesor y el uso de muchos recursos virtuales.
- **B-learning (Blended learning)**
Este concepto hace referencia a la modalidad que se encuentra a medio camino entre las otras dos anteriores, uniendo las clases presenciales con las enseñanzas virtuales. En este caso el aula virtual es un espacio de intercambio de información e ideas y realización de ejercicios colectivos.



2.3 M-learning

A continuación se plantea la modalidad docente denominada m-learning, estrechamente relacionado con la modalidad de aprendizaje utilizada en este proyecto.

2.3.1 Concepto e inicios

Recientemente ha surgido una nueva modalidad docente denominada m-learning, que no deja de ser nuevamente, otro intento de modernizar la enseñanza como las anteriormente expuestas, con el fin de obtener mejores resultados en el proceso de aprendizaje.

La UNESCO facilita la siguiente definición [7]: *“...aprendizaje personalizado, portátil, cooperativo, interactivo y ubicado en el contexto, presenta características singulares que no posee el aprendizaje tradicional mediante el uso de instrumentos electrónicos.”*

Por lo tanto, m-learning se puede traducir como aprendizaje electrónico móvil, una metodología que basa la enseñanza en el uso de dispositivos móviles con conectividad a Internet, siendo los más utilizados las tablets y los llamados teléfonos inteligentes o smartphones.

Esta definición, permite ver como m-learning no es más que la modalidad e-learning con la peculiaridad de que el dispositivo utilizado permite el desplazamiento de los alumnos. Es decir, el estudiante no tiene que estar en un espacio determinado junto al ordenador o a la televisión, sino que puede acceder a la información en cualquier instante y lugar. Esta característica, la convierte en la modalidad con más porvenir, las e-learning del futuro.

A pesar del gran uso del término m-learning en la actualidad, es necesario destacar que la utilización de esta metodología se inició en la década de los `90, con la implantación de las agendas electrónicas en la mayoría de los centros educativos de Estados Unidos. También en Europa y Asia, se evaluó el aprendizaje móvil para estudiantes y la empresa Palm financió proyectos para universidades con el fin de probar su plataforma PalmOS para Mobile Learning. En esta época, una de las ideas que más destacaba era la de reforzar a alumnos que abandonaron los estudios mediante m-learning, aplicándolo a conocimientos básicos de matemáticas o letras que les permitieran hacer frente a las tareas del día a día. También a adolescentes embarazadas, que en sus circunstancias no podían asistir a clase [8].

Incluso antes, en el año 1972, Alan Kay publicó un artículo “Un computador personal para niños de todas las edades”, donde plasmó la idea de acercar la computación a los niños mediante una herramienta que denominó “Dynabook” [9]. Un ordenador plano del tamaño de un libro, portátil y versátil capaz de reproducir música y audio que permitiera a los niños: editar, almacenar textos y comunicarse mediante dibujos. A pesar de ofrecer un libro escolar eliminando sus limitaciones, su idea nunca llegó a materializarse en un producto comercial. Es más, actualmente Alan Kay forma parte del programa “One Laptop Per Child”, dirigido por una organización sin ánimo de lucro que pretende distribuir un ordenador portátil de bajo coste a todos los niños del

mundo, centrándose en los países con carencia de recursos, con el fin de acercar la tecnología como forma de educación.

2.3.2 Ventajas y desventajas

Para saber como de útil resulta la implantación de la metodología m-learning a la docencia es necesario aclarar las ventajas y desventajas que proporciona [10]:

Ventajas:

- **“Anytime-Anywhere”.** Como ya se indicó, el uso de esta metodología no implica un lugar o instante de tiempo determinado para aprender, sino que el estudiante es libre de elegir dónde y cuándo realiza su aprendizaje. De esta manera, puede optimizar su tiempo diario para aprender nuevos conceptos. No resulta extraño en la actualidad utilizar el móvil o la tablet durante los trayectos en tren o metro, entre los descansos de cada clase e incluso descansando en la playa.
- **Abaratamiento.** Mientras que en otras modalidades como e-learning, el alumno debía utilizar un ordenador personal, m-learning permite acceder a la información a través de un móvil que actualmente es más barato de adquirir.
- **Mayor alcance.** En la actualidad el uso de tablets y sobre todo de los móviles está muy extendido, por lo que esta metodología asegura la distribución de la información a un elevado número de estudiantes.
- **Mejor interacción.** El intercambio de información entre el profesor y los alumnos se realiza de manera instantánea, por lo que el seguimiento de los progresos del alumno y también de las dificultades que afronta, pueden ser detectados por el profesor para estimular y apoyar al alumno cuando sea necesario.
- **Autoevaluación.** Aunque el proceso de aprendizaje sea guiado por un profesor, el alumno lleva la iniciativa y decide cómo gestionar su aprendizaje, permitiéndole tener consciencia de los avances y capacidades conseguidas lo que aumenta su autoestima y confianza, pero también de los conceptos que le suponen más dificultad para poder mejorarlos.
- **Mayor colaboración.** La cantidad de posibilidades que ofrecen los móviles de hoy en día, favorecen el trabajo en grupo del conjunto de estudiantes añadiendo mayor valor al aprendizaje gracias al intercambio de ideas.
- **Mayor calidad de información.** Aunque el tamaño de la pantalla sea una desventaja de la que más tarde se hablará, lo cierto es que cuanto menor espacio disponible mayor calidad de información se muestra. Es decir, los datos ofrecidos son claros, cortos y concisos.



- **Mayor implicación.** Las últimas generaciones de estudiantes están muy ligados a las consolas y a las nuevas tecnologías, por lo que el uso de móviles y tablets les resulta familiar, haciendo que se involucren más en el proceso de aprendizaje. Son capaces de mantener el nivel de interés alto durante mucho tiempo.

Desventajas:

- **Baja usabilidad.** Los dispositivos móviles se caracterizan por la pequeña dimensión de sus pantallas, lo que supone un problema a la hora de presentar la información al estudiante. En algunos móviles es difícil leer el texto, las imágenes aparecen reducidas sin posibilidad de enfocar los detalles, entre otras dificultades. La cantidad de información visible es limitada lo que obliga al usuario a desplazar continuamente la visión de la información.
- **Dependencia inalámbrica.** Siendo la principal característica la movilidad, las aplicaciones de este tipo tienen una dependencia inalámbrica muy alta. La pérdida de conexión wifi o cualquier otro tipo de comunicación utilizada podría perjudicar el aprendizaje y desmotivar al estudiante, sobre todo si esta pérdida se produce frecuentemente.
- **Pocas aplicaciones.** Aunque en los últimos años la creación de aplicaciones orientadas al ámbito docente ha crecido, es necesario un mayor apoyo económico para mejorar y ampliar el catálogo.
- **Baja autonomía.** Dispositivos como tablets y móviles dependen mucho de la autonomía de sus baterías, que suele durar pocas horas. Lo que provoca que el alumno este pendiente de enchufar a la red eléctrica el dispositivo, perdiendo la característica principal y más importante de esta modalidad, la movilidad.
- **Falta de almacenamiento y retrasos.** Las aplicaciones de este tipo necesitan gestionar gran cantidad de material audiovisual pesado, pero la capacidad de almacenaje de los móviles es limitada. Como solución, la mayoría de los recursos se encuentran alojados en servidores para que todos los dispositivos puedan acceder e intercambiar la información. Sin embargo, si un estudiante quiere visualizar un video, se ve obligado a esperar unos segundos hasta que el dispositivo consigue acceder y descargar el video del servidor. Este hecho puede influir negativamente en el proceso de aprendizaje si provoca que el alumno se desconcentre.

A pesar estas desventajas, la rápida evolución que tradicionalmente se ha producido en el ámbito tecnológico hace pensar que los problemas planteados sean solucionados en poco tiempo, haciendo que esta metodología de aprendizaje tenga un futuro prometedor.



2.3.3 Ejemplos de aplicaciones m-learning

A continuación, se presentan algunos de los numerosos ejemplos de aplicaciones que se basan en la modalidad m-learning.

En el aula:

La fundación CNSE [11] en colaboración con el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte proporciona la app “Te cuento” [12] para que los jóvenes puedan editar de forma divertida cuentos en lengua de signos con el fin de promover la lectura entre personas sordas.

“Classcraft” [13] es un juego de rol educativo donde los profesores y estudiantes participan juntos en el aula desde sus dispositivos iOS. Un personaje con poderes (curandero, mago o guerrero) representa a cada estudiante dentro del juego y pertenece a un equipo de cinco participantes. Los riesgos y recompensas son personalizados por el profesor, por ejemplo, si el alumno realiza una tarea satisfactoriamente y se comporta bien, sus puntos suben y pueden ser canjeados por una participación en una excursión.

En la naturaleza:

El Real Jardín Botánico ofrece “Arbolapp” [14] la app con información sobre 118 especies de árboles dirigida a usuarios sin conocimientos en botánica para que puedan aprender a identificar especies de la península Ibérica y las Islas Baleares. Contiene fotografías, mapas geográficos indicando la localización de los árboles, textos informativos, curiosidades y un glosario técnico con el que ampliar los conocimientos. Una app con el objetivo de divulgar el trabajo científico del CSIC entre la ciudadanía.

En el museo:

Los museos más importantes proporcionan a los visitantes aplicaciones para smartphones Android para explorar el museo acompañado de comentarios de expertos.

La app del Museo del Louvre [15] proporciona mapas interactivos, que indican la posición del visitante dentro del museo y le muestra recorridos temáticos, que puede realizar con el fin de aprender detalles de las obras de arte más prestigiosas del lugar.

El Museo del Prado tiene disponibles dos aplicaciones, la primera [16] con un catálogo de 400 imágenes y 5 recorridos temáticos, la segunda denominada “Second Canvas Museo del Prado” [17] ofrece una galería con las obras más destacadas, donde existe la posibilidad de usar zoom para encontrar detalles ocultos, aplicar la visión de rayos-x para ver el boceto bajo la pintura y compartir impresiones en Facebook o Twitter.

El museo Estatal del Hermitage en San Petersburgo [18], dispone de una aplicación basada en cuatro secciones: museo, noticias, colecciones y catálogo similares a las de los anteriores museos, pero además ofrece una visita virtual gracias a más de 100 panorámicas 3D de las distintas estancias del museo.

La colaboración de Versalles [19] y Google permitió desarrollar una aplicación más potente que las anteriores, donde el visitante incluso puede visualizar el Palacio de Versalles en distintas épocas mediante maquetas 3D. Una ventana al pasado para observar las distintas modificaciones arquitectónicas que se realizaron en el lugar.



2.4 Uso de smartphones y tablets en España.

Como se indicó con anterioridad, la aplicación “TT-209” es una solución software para dispositivos móviles y tablets. Para entender esta decisión es necesario conocer la realidad actual de España en cuanto al uso de estos dispositivos, centrándonos sobre todo en los jóvenes a los que va dirigida la aplicación.

Los informes “Sociedad de la información” [20] y “Consumo Móvil en España”[21] ambos de finales de 2014, arrojan datos contundentes acerca del uso de smartphones y tablets y el acceso a internet entre los españoles, los cuales se exponen a continuación:

El 76,2% de la población usa internet, o lo que es lo mismo, 26,2 millones de usuarios. El porcentaje para jóvenes entre 16 y 24 años (franja de edad a la que va dirigida la aplicación “TT-209”), se sitúa en el 98,3%. Y lo que es más importante, el crecimiento con respecto al año anterior se sitúa en 1,4 millones de usuarios más.

En cuanto a la frecuencia de uso de internet, el 93,5% de los usuarios consulta internet todas las semanas y el 78,7% lo hace todos los días, porcentaje que aumenta al 88,9% en jóvenes entre 16 y 24 años.

Del estudio también se desprende que el 74,4% de los hogares están conectados y que ya hay 31.700.000 líneas de banda ancha móvil asociada a los smartphones. En la actualidad la facturación de la banda móvil es mayor que la fija, señal del interés de los usuarios por acceder a la información en cualquier instante y lugar.

El 72,8% de los jóvenes entre 20 y 24 años solo utiliza el formato digital para compartir fotos y el 78% de la población usa mensajería instantánea mediante smartphone.

Un 54,4% de los hogares españoles posee una tablet y el 88,8% un smartphone. Además, somos líderes en tener una vida multidispositivo (uso de pc, portátil, tablet y Smartphone), provocado por el crecimiento de los dispositivos smartphones (uso del 66% al 81% -> +22,7%) y de las tablets (uso del 43% al 57% -> +32,6%).

La tabla España se sitúa ya como el país de la Unión Europea con más porcentaje de uso de smartphone [ver Tabla 1] y como cuarto país desarrollado con más penetración de smartphone [ver Tabla 2].

País	Porcentaje de uso
España	81 %
Reino Unido	75 %
Italia	69 %
Francia/Alemania	67 %

Tabla 1 - Uso de smartphone (Europa)

País	Porcentaje de penetración
Singapur	89 %
Corea del Sur	88 %
Noruega	87 %
España	85 %

Tabla 2 - Penetración mundial de smartphones

En cuanto a la frecuencia de uso del smartphone, el 45% de los menores de 26 años consulta el móvil cuando tiene 5 minutos libres y los jóvenes de entre 18 y 24 años comprueban el móvil 75,6 veces al día de media.

Como conclusión a los datos presentados, es claro el gran impacto de los dispositivos smartphones y tablets sobre los jóvenes españoles y se prevé que siga aumentando en los próximos años, siguiendo la línea de crecimiento observada entre 2013 y 2014. Como consecuencia de ello, se plantea destinar el uso de la aplicación “TT-209” a smartphones y tablets para llegar a un número alto de jóvenes estudiantes.

2.5 Android: cuota de mercado

La Figura 1 muestra que en el tercer trimestre de 2014, el 83% de los smartphones llevaban Android como sistema operativo, porcentaje muy superior al segundo en el ranking que es iOS [22].

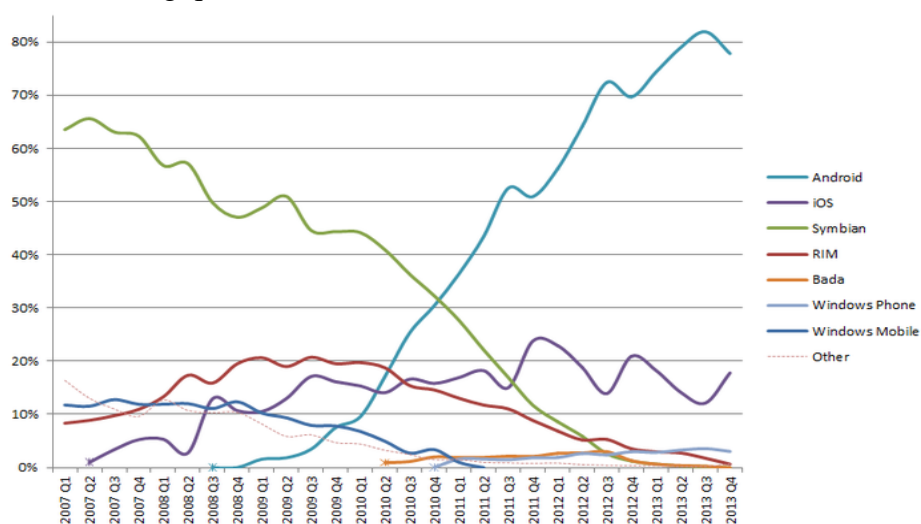


Figura 1 - Venta mundial de smartphones (SO)

El sistema operativo Android domina la mayor parte de los mercados y la diferencia es aún mayor en el caso de España como muestra la Figura 2. Los últimos datos recogidos por Kantar [23] procedentes de Abril de 2015, indican que Android representa el 89,9% de las ventas de smartphones en España.

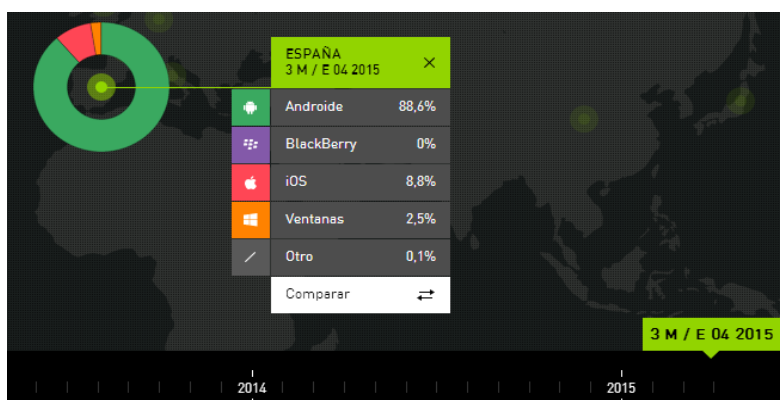


Figura 2 - Venta en España de smartphones (SO)

Android developers [24] proporciona la distribución de la distintas versiones de Android por dispositivos, procedente de datos recogidos de Google Play Store durante un periodo de 7 días finalizando el 1 de junio de 2015. En la Tabla 3 se puede apreciar que el 94,1% de los dispositivos tienen APIs por encima de la 14.

Version	Codename	API	Distribution
2.2	Froyo	8	0.3%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	5.6%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	5.1%
4.1.x	Jelly Bean	16	14.7%
4.2.x		17	17.5%
4.3		18	5.2%
4.4	KitKat	19	39.2%
5.0	Lollipop	21	11.6%
5.1		22	0.8%

Tabla 3 - Versiones Android por dispositivos

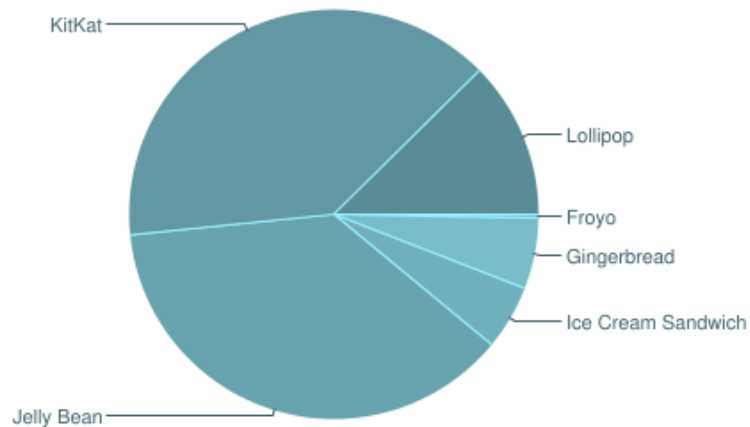


Figura 3 - Gráfico circular de versiones Android por dispositivos

Atendiendo a que es un sistema operativo de código abierto y a la elevada cuota de mercado, parece una buena opción que el producto software “TT-209” sea una aplicación Android, para poder llegar con éxito a un mayor número de estudiantes. Además, la API mínima deberá ser superior a 14 para que funcione correctamente en la mayoría de los dispositivos.

3. Análisis de requisitos

En esta sección se muestra el conjunto de requisitos funcionales y no funcionales, con el fin de obtener una idea más concreta de cómo será la aplicación.

3.1 Requisitos funcionales

❖ **RF01 - Autenticación:**

Permitir el acceso a profesores y alumnos que tengan una cuenta, a partir de un nombre de usuario y contraseña.

❖ **RF02 - Registro:**

La aplicación debe permitir el registro de usuarios en el sistema mediante un formulario donde rellenar el nombre de usuario y la contraseña.

❖ **RF03 - Visualizar contactos:**

El sistema mostrará un conjunto de sitios web de interés relacionados con la tumba, definidos por un logo representativo de la institución, un título y una pequeña descripción.

❖ **RF04 - Representación de mapas:**

El sistema debe ser capaz de representar mapas reales con los que explorar diferentes lugares del mundo. Estarán disponibles funciones como las de rotar o hacer zoom sobre un determinado lugar.

❖ **RF05 - Selección de capas:**

Los mapas que se representan en la aplicación deberán visualizarse según dos tipos de capa:

- Normal: muestra una imagen de mapa normal con nombres de ciudades y carreteras principales.
- Satélite: muestra una imagen más realista de la ubicación con nombres de ciudades y carreteras principales.

❖ **RF06 - Añadir evento:**

El usuario administrador podrá añadir un evento sobre el mapa para localizar sucesos históricos relacionados con la tumba. Para ello será necesario que indique el título, la fecha y descripción del mismo.

❖ **RF07 - Refrescar mapa:**

Durante el tiempo de navegación del usuario por la aplicación, es probable que el profesor añada o elimine eventos en el mapa, por lo que se hace necesario la utilización de un botón cuya funcionalidad permita refrescar el mapa y tener actualizados los eventos.



❖ **RF08 - Consultar evento:**

El sistema debe ser capaz de consultar los datos del servidor y mostrar al usuario la información referente a un evento concreto como son título, fecha, ubicación y descripción.

❖ **RF09 - Eliminar evento:**

El usuario administrador podrá eliminar eventos que fueron creados con anterioridad en el mapa.

❖ **RF10 - Visualizar eventos:**

El sistema mostrará sobre el mapa marcadores que representen el conjunto de eventos que hayan sido registrados por los usuarios.

❖ **RF11 - Gestión de material audiovisual:**

El sistema mostrará información alojada en el servidor referente a la tumba y a las investigaciones llevadas a cabo en las distintas campañas de la excavación, tanto en texto como en video.

❖ **RF12 - Galería de imágenes:**

El sistema mostrará un listado de imágenes de los trabajos realizados en la tumba en forma de miniaturas.

❖ **RF13 - Visualizar imagen:**

El usuario podrá visualizar a tamaño completo las imágenes procedentes de la galería.

❖ **RF14 - Gestión de la visita virtual:**

El sistema deberá gestionar una visita virtual por la tumba tebana a partir de las indicaciones de dirección que el usuario introduzca, permitiéndose los movimientos: adelante, atrás, izquierda y derecha.

❖ **RF15 - Añadir información de estancia:**

El usuario administrador podrá añadir información a una determinada estancia de la tumba durante su visita virtual. Para ello será necesario que indique el título y descripción de la misma.

❖ **RF16 - Actualizar información de estancia:**

El usuario administrador podrá modificar la información que se visualiza en una determinada estancia de la tumba durante su visita virtual. Para ello será necesario que indique el nuevo título y la nueva descripción.

❖ **RF17 - Gestión del videojuego:**

El sistema deberá gestionar un juego de preguntas y respuestas relacionadas con la Historia Antigua, por lo que será capaz de presentar una pregunta de entre un listado existente y mostrar tres posibles respuestas. También gestionará la opción seleccionada por el usuario para establecer si es la respuesta correcta o no.

3.2 Requisitos no funcionales

❖ RNF01 - Usabilidad:

El sistema debe caracterizarse por una interfaz amigable que permita al usuario realizar las acciones fácilmente y de manera intuitiva. Por lo tanto, el diseño de la interacción con la aplicación debe ser claro y elegante.

El usuario recibirá mensajes informativos mostrándole avisos de carácter general como: si el evento fue creado, si la actualización se realizó correctamente o si se eliminó un dato y también mensajes de error como: si hay campos vacíos que deben rellenarse o si el nombre de usuario introducido no existe.

Prioridad: Alta.

❖ RNF02 - Extensibilidad:

El sistema debe estar preparado para soportar futuras evoluciones, debido a que se prevé que los trabajos del equipo arqueológico en la tumba continúen en sucesivas campañas y por tanto, se prevé que surjan nuevas funcionalidades. El sistema tiene que ser fácil de analizar y modificar.

Prioridad: Alta.

❖ RNF03 - Rendimiento:

Dado que el sistema gestiona gran cantidad de información procedente de una base de datos, es necesario que la aplicación sea capaz de procesar y almacenar estos datos de forma rápida, para que el tiempo de respuesta sea de un par de segundos.

Prioridad: Alta.

❖ RNF04 - Compatibilidad:

La aplicación debe ser compatible con teléfonos móviles de distinta resolución y con las últimas versiones del sistema operativo Android. De esta manera, los textos deberán ser legibles en diferentes tamaños de pantalla.

Prioridad: Alta.

❖ RNF05 - Seguridad:

El acceso al sistema se realizará mediante la autenticación del nombre del usuario y la validación de su contraseña, por lo que es necesario estar registrado para su utilización. Las modificaciones de información desde la aplicación, únicamente podrán ser realizadas por el administrador del sistema que ha de registrarse de manera específica.

Prioridad: Media.

❖ RNF06 - Lenguaje:

La aplicación debe ser presentada en el idioma de preferencia, dando soporte al inglés y al español. De esta manera se facilita el acceso a estudiantes ERASMUS.

Prioridad: Media.



4. Diseño

Con el fin de conseguir una aplicación que cumpla todos los requerimientos y alcanzar el objetivo de crear un producto software de calidad, es necesario centrarse en realizar un buen diseño que evite problemas en el momento del desarrollo.

En este apartado se hace referencia a las dos partes importantes en las que se puede dividir el trabajo realizado: en primer lugar, el diseño gráfico en 3D de la TT-209 a partir de los planos proporcionados y en segundo lugar, el diseño conceptual y visual del sistema software desarrollado.

Se presenta una recopilación de las tecnologías utilizadas, se especifica la arquitectura de la aplicación y se presentan diagramas para entender fácilmente la gestión de la base de datos y la interacción de las actividades de la aplicación.

4.1 Tecnologías utilizadas

- **Sketchup** [25] y **Blender** [26]: programas de diseño gráfico y modelado en 3D utilizado para crear la representación de la tumba tebana a partir de los planos facilitados.
- **V-Ray** [27]: motor de renderizado empleado como extensión para Sketchup a partir del cual se han obtenido las instantáneas de la tumba tebana.
- **Photoshop** [28]: editor de gráficos desarrollado por Adobe Systems utilizado para la modificación del material gráfico disponible en la aplicación “TT-209”.
- **Movie Maker** [29]: herramienta de edición de video empleada para editar el material audiovisual de la aplicación y convertir a los formatos requeridos.
- **Ninja Mock** [30]: herramienta para la creación de maquetas o bocetos para móviles iOS, Android y Windows Phone o plantillas para la web utilizada para generar un pre-diseño de la aplicación “TT-209”.
- **Eclipse** [31]: programa compuesto de herramientas de programación de código abierto multiplataforma. Se ha utilizado la versión Luna junto al plugin ADT, conocida herramienta de desarrollo Android.
- **Android SDK tools** [32]: conjunto de herramientas de desarrollo entre las que se encuentran un depurador de código, bibliotecas y un emulador de móviles. Utilizado en eclipse para la implementación de la aplicación.
- **PgAdmin** [33]: herramienta de código abierto para la administración de datos PostgreSQL y derivados. Utilizada para el diseño y mantenimiento de la base de datos que almacena la información utilizada por la aplicación.



- **SqlMaestro** [34]: herramienta para la administración de bases de datos utilizada para la obtención de diagramas de las entidades que se presentan en el documento.
- **Java y PHP:** Java es el lenguaje orientado a objetos utilizado para desarrollar aplicaciones Android mediante las herramientas del SDK y PHP es un lenguaje de código abierto utilizado en el proceso de petición/respuesta entre la aplicación “TT-209” y el servidor.

4.2 Arquitectura de la aplicación

La arquitectura de la aplicación se basa en el modelo Cliente-Servidor de la Figura 4, en la cual un cliente realiza peticiones a otro programa denominado servidor, quien tras recibir la solicitud, genera y devuelve los resultados.

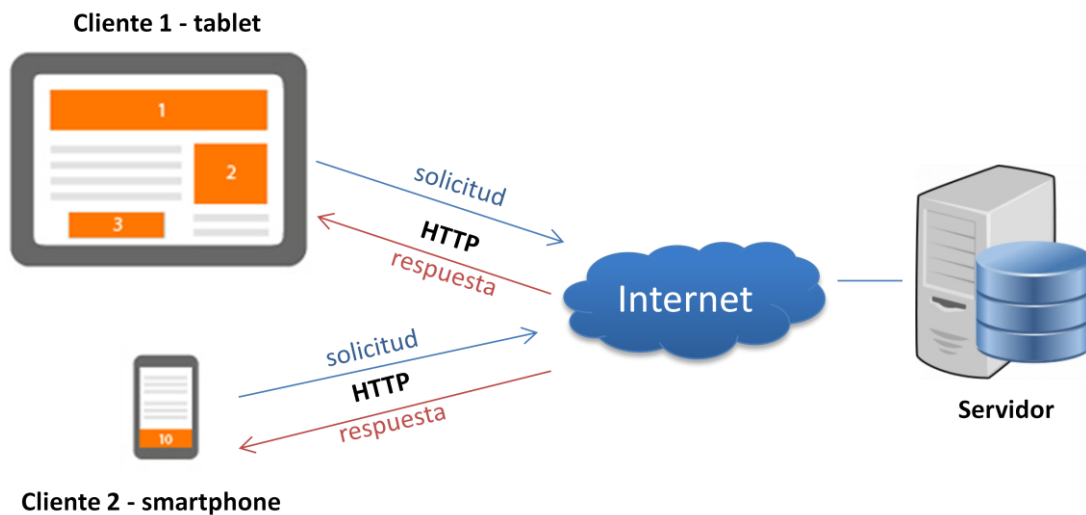


Figura 4 - Modelo Cliente-Servidor

Para el caso de este proyecto, la parte del cliente está representada por la aplicación móvil con la que el usuario interactúa realizando peticiones HTTP a la base de datos que está alojada en el servidor. De esta manera, se consigue que los datos estén centralizados y se evita almacenar información en el propio dispositivo que como se indicó anteriormente, tiene una capacidad de almacenaje muy limitada. Además, facilita la actualización de la información en el servidor a la que accederán todos los usuarios.

4.3 Diseño gráfico en 3D de la tumba tebana 209

A continuación, se presentan diferentes capturas de la tumba tebana 209 obtenidas del diseño en 3D creado a partir del plano proporcionado [ver Anexo C: Plano tumba tebana 209].

Estas imágenes pretenden ser una representación del trabajo de diseño gráfico realizado, por lo que solamente se presentan algunas de las estancias más importantes de la tumba, así como, las vistas: alzado, planta y perfil.

4.3.1 Alzado



Figura 5 - Alzado de la Tumba Tebana 209

Mediante esta vista se puede observar cómo es la entrada a la tumba. Por simplificación la imagen no tiene información en la parte superior, pero estas escaleras descienden hacia el subsuelo desde un patio a cielo abierto.

Las dimensiones son más grandes que lo indicado en el antiguo plano y está rodeado de muros de adobe.

En él se abre una rampa monumental con escalera en la parte central, que conduce a la primera cámara subterránea.



4.3.2 Perfil

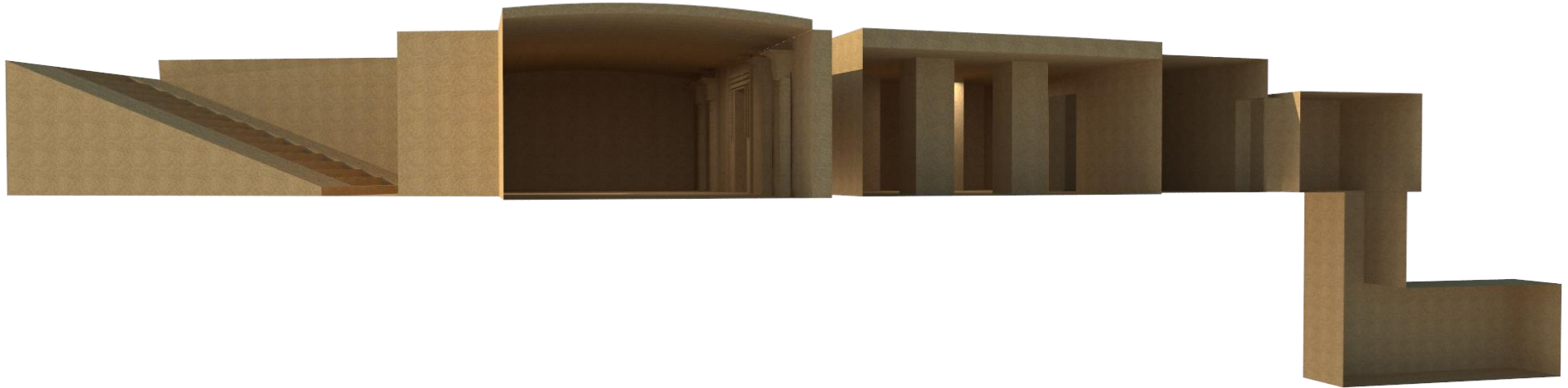


Figura 6 - Perfil de la Tumba Tebana 209

La vista de perfil permite apreciar la continuidad de las estancias que forman la construcción:

- **Patio a cielo abierto:** este espacio ya fue referenciado en la vista anterior.
- **Sala transversal:** espacio típico de las tumbas tebanas del Reino Nuevo pero no del Periodo Tardío al que pertenece la tumba.
- **Sala hipóstila con cuatro pilares:** forma que adopta la segunda sala en la mayoría de tumbas del Periodo Tardío.
- **Antecámara:** no se sabe a ciencia cierta si hay un pozo funerario, pero da acceso a las dos cámaras siguientes.
- **Dos cámaras funerarias:** situadas a los dos lados de la antecámara, una disposición anómala respecto a otras tumbas de la época.
- **Una cámara lateral:** a este espacio se accede a través de un pozo de las cámaras funerarias.

4.3.3 Planta

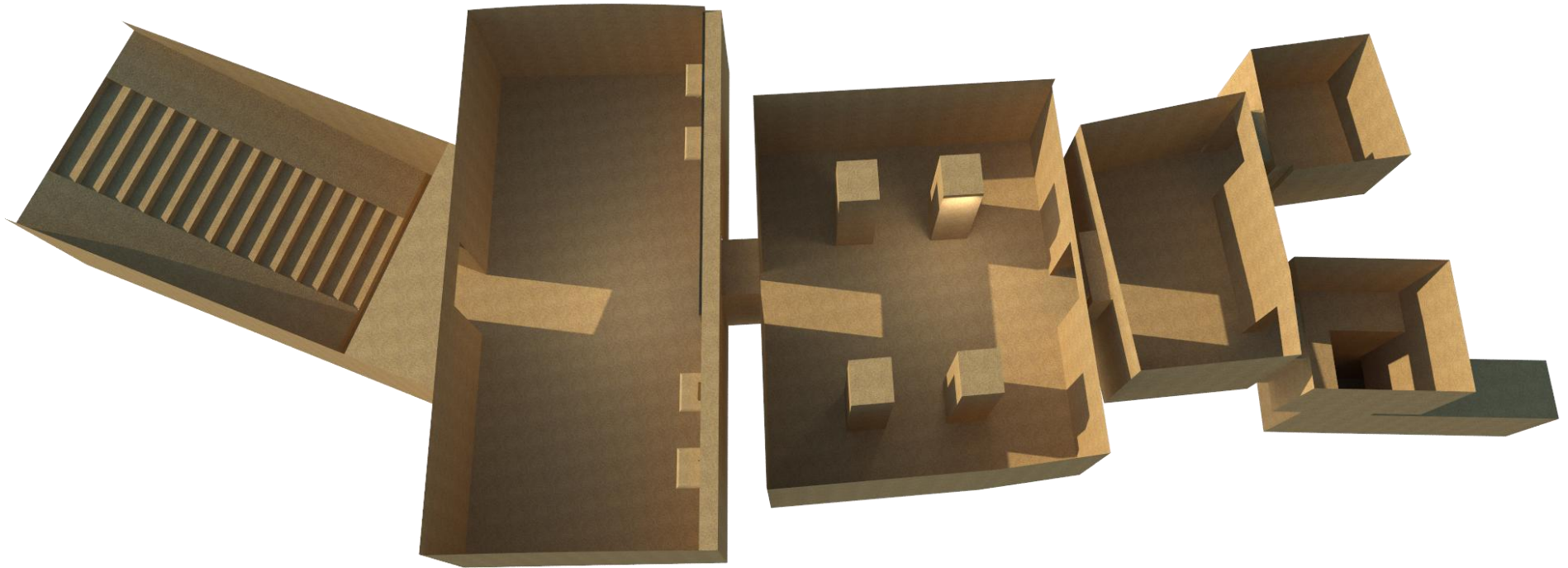


Figura 7 - Planta de la Tumba Tebana 209

Mediante la vista en planta, se observa la diferencia de dimensiones entre unas estancias y otras de la tumba.

Además, destaca la disposición de las cámaras funerarias situadas a los dos lados de la antecámara.



4.3.4 Interior – Sala transversal



Figura 8 - Sala transversal de la Tumba Tebana 209

La sala trasversal es un espacio típico de las tumbas tebanas del Reino Nuevo, pero no del Periodo Tardío al que pertenece la tumba.

La pared principal conserva restos de cuatro semicolumnas adosadas rematadas por capiteles vegetales y del marco decorativo de la puerta con algunos jeroglíficos en las bandas horizontales. Pretendían ser el foco de atención cuando se descendía por la escalera de acceso.

Esta cámara albergaba actividades ceremoniales que sobrepasaban las habituales del culto al difunto. Se han encontrado restos de lo que sería la mesa de ofrendas, donde se apoyaban las ofrendas que debía recibir el difunto en cada ceremonia del culto funerario.

En la última campaña se descubrió una puerta en la pared occidental que no figuraba en el plano original.

4.3.5 Interior – Sala hipóstila de cuatro pilares

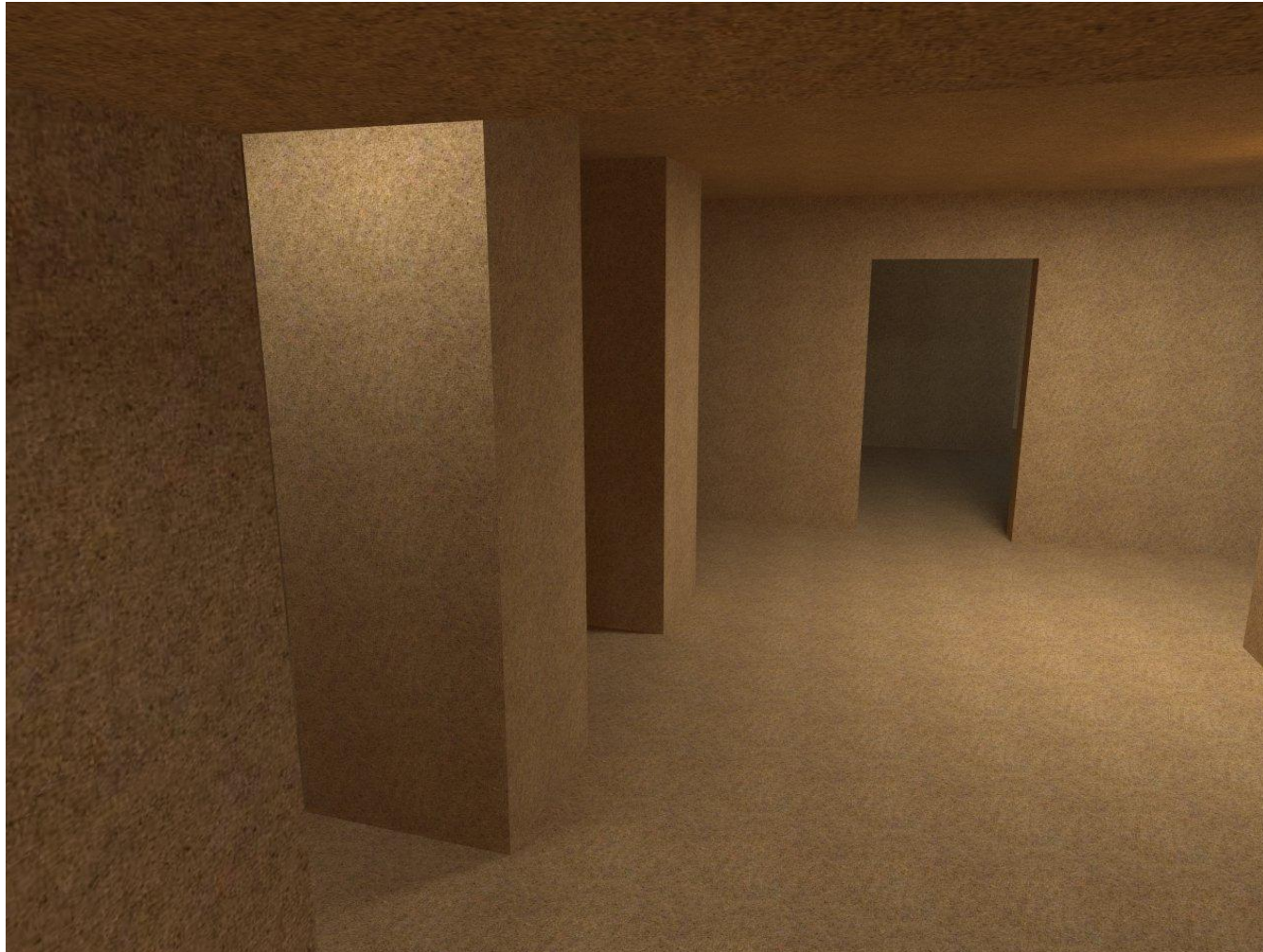


Figura 9 - Sala de los pilares de la Tumba Tebana 209

A esta cámara se accede a través de la sala transversal anteriormente explicada y se caracteriza por los cuatro pilares que reside en ella.

Los trabajos del equipo arqueológico aun no han llegado a esta sala, por lo que se prevé que aparezcan nuevos detalles característicos de esta estancia.



4.4 Diseño conceptual y visual de la interacción del sistema

A continuación, se procede a explicar las pantallas interactivas más representativas del sistema a partir de mock-ups, es decir, un conjunto de bocetos que proporcionan una visión general de las funcionalidades del sistema y facilitan su concepción. Es importante resaltar que no pretende ser un reflejo fiel del producto final, del que podrá diferir en algunos aspectos.

Los bocetos que se presentan hacen referencia a las dos posibles posiciones en las que el dispositivo móvil o tablet puede presentar la información, ya sea una orientación de retrato o vertical también denominada “port” o una orientación de paisaje u horizontal denominada “land”.

Este apartado recoge solo la representación de las pantallas interactivas del sistema para smartphone, ya que las funcionalidades serán las mismas en una tablet y se prevé que entre estos dos tipos de dispositivos los cambios sean poco relevantes, más centrados en la dimensión de algunos componentes de la interfaz que en su funcionalidad.

4.4.1 Pantalla de inicio

Esta pantalla pretender ser la presentación o pantalla de carga que aparecerá justo al abrir la aplicación, denominada “splash screen”. En ella se visualizará una pequeña animación con un texto que da la bienvenida al usuario.

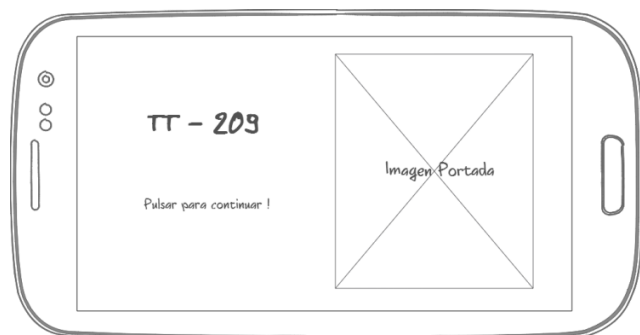


Figura 11 - Boceto Pantalla inicio (Land)

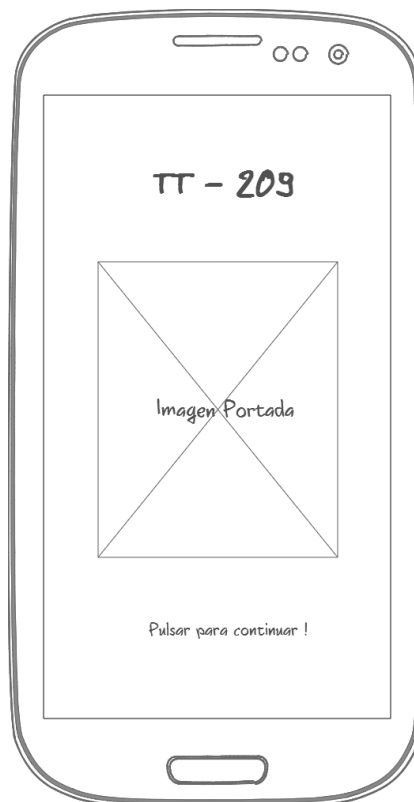


Figura 10 - Boceto Pantalla inicio (Port)

4.4.2 Pantalla de autenticación

Esta pantalla muestra el acceso a la aplicación mediante la introducción de un nombre de usuario y una contraseña, que previamente debieron ser registradas en el sistema. El acceso podrá ser de dos maneras: como administrador del sistema, para que el profesor pueda actualizar la información que requiera de actualizaciones y como usuario normal, que será el utilizado por los alumnos para visualizar la información.



Figura 13 - Boceto Pantalla login (Land)

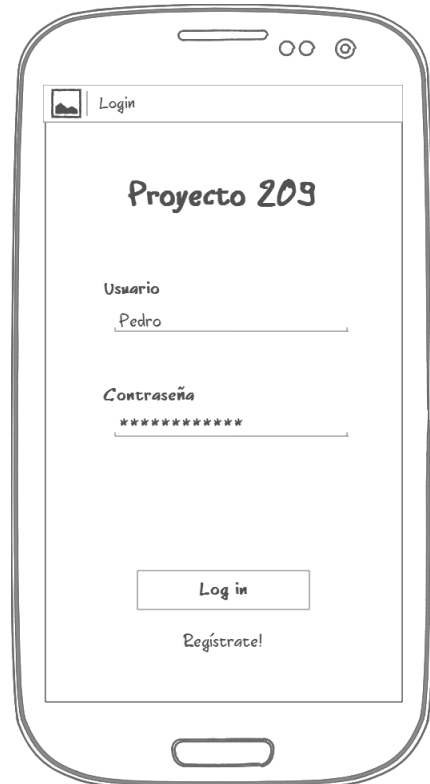


Figura 12 - Boceto Pantalla login (Port)

4.4.3 Pantalla de registro

Como se indicaba anteriormente, es necesario que el estudiante o profesor creen una cuenta en el sistema para poder utilizar la aplicación. Para ello, deberá introducir un nombre de usuario y una contraseña, a demás de una confirmación de la contraseña para poder constatar que fue introducida correctamente.

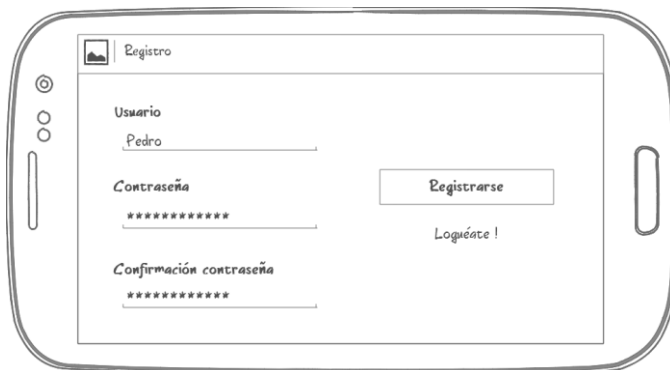


Figura 15 - Boceto Pantalla registro (Land)



Figura 14 - Boceto Pantalla registro (Port)

4.4.4 Pantalla principal

Esta pantalla se convierte en la base de operaciones del usuario, caracterizada por un mapamundi donde podrán localizarse los eventos relacionados con la tumba. Los tipos de mapas disponibles son el de satélite y el normal. El administrador del sistema será el encargado de crear y borrar los eventos. A partir de esta pantalla, se podrá acceder a la pantalla de contactos, juego y tumba.

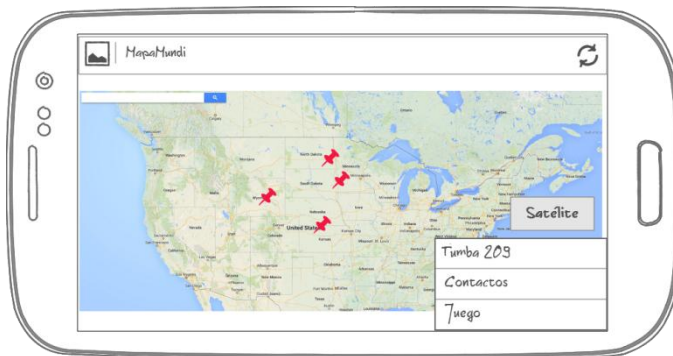


Figura 17 - Boceto Pantalla principal (Land)



Figura 16 - Boceto Pantalla principal (Port)

4.4.5 Pantallas de eventos (creación y visualización)

Como se indicó con anterioridad, los estudiantes podrán visualizar una serie de eventos que acontecieron en la época de la utilización de la tumba tebana. Además, si el acceso se realiza como administrador, el profesor podrá crear estos eventos y también borrarlos. A continuación, se muestra la pantalla correspondiente a la creación de un evento, pero esta pantalla es igual que la de visualización salvo porque el botón de “Guardar evento” no estará visible y los campos no serán editables.

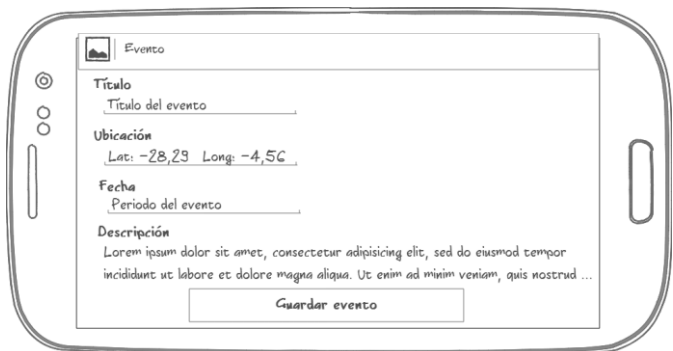


Figura 19 - Boceto Pantalla evento (Land)

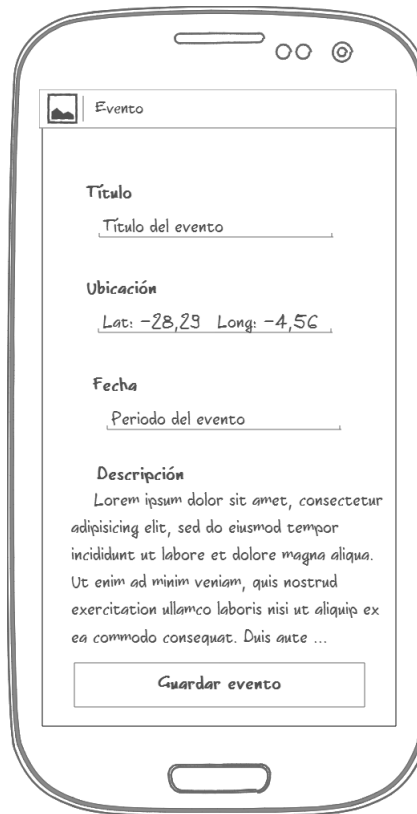


Figura 18 - Boceto Pantalla evento (Port)

4.4.6 Pantalla de contactos

A esta pantalla se accederá tras seleccionar la opción “Contactos” en el menú de opciones de la pantalla principal. Pretender ser un recopilatorio de las instituciones que participan en el “Proyecto 209”, y ofrecer enlaces de interés sobre la tumba. Se visualizará una lista donde cada ítem estará formado por un icono representativo de la institución junto con su nombre y una pequeña descripción. El estudiante podrá pulsar uno de estos ítems y el dispositivo le reenviará a la página oficial de la correspondiente institución.



Figura 21 - Boceto Pantalla contactos (Land)

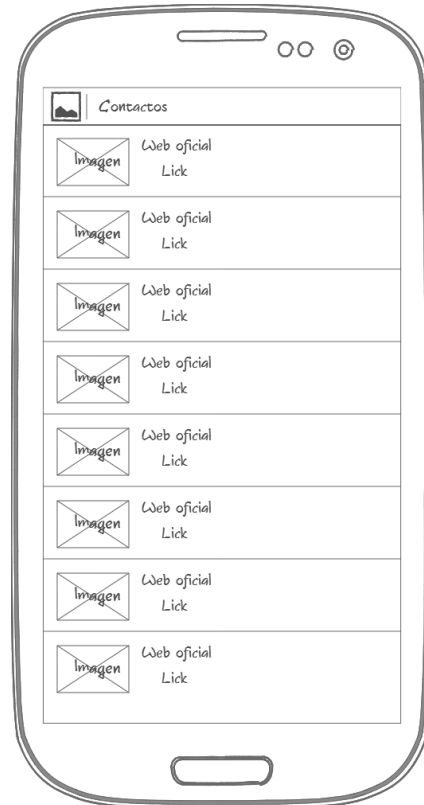


Figura 20 - Boceto Pantalla contactos (Port)

4.4.7 Pantalla tumba 209

A esta pantalla se accederá tras seleccionar la opción “Tumba 209” en el menú de opciones de la pantalla principal. Presenta información general sobre la tumba con links a videos sobre los resultados arrojados de las investigaciones realizadas hasta el momento. El menú de opciones de esta pantalla estará compuesto por la opción “Galería” y “Visita Virtual”.

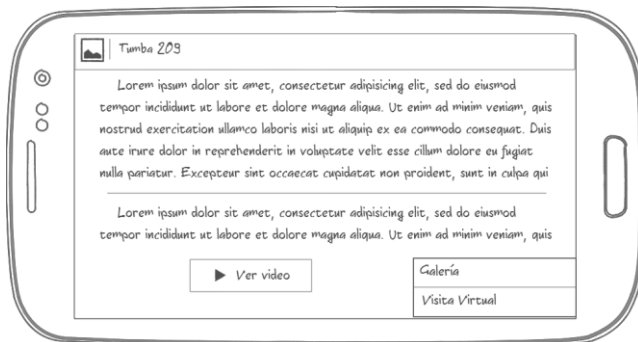


Figura 23 - Boceto Pantalla tumba (Land)

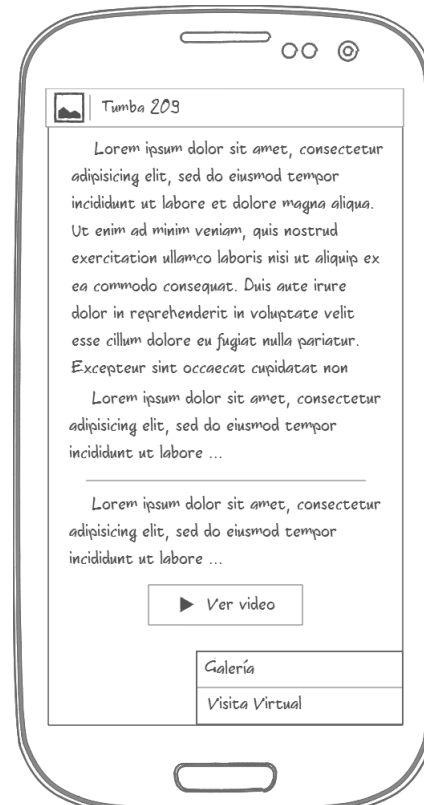


Figura 22 - Boceto Pantalla tumba (Port)

4.4.8 Pantalla galería de imágenes

A esta pantalla se accederá tras seleccionar la opción “Galería” en el menú de opciones de la pantalla tumba 209. El alumno podrá visualizar todas las capturas tomadas durante los procesos de excavación de la tumba, así como, los objetos funerarios encontrados en las distintas estancias. Estas instantáneas aparecerán en orden descendente de antigüedad, en primer lugar las capturadas en la campaña más reciente.

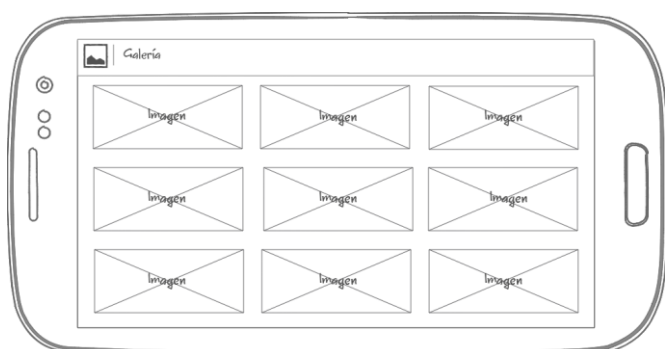


Figura 25 - Boceto Pantalla galería (Land)

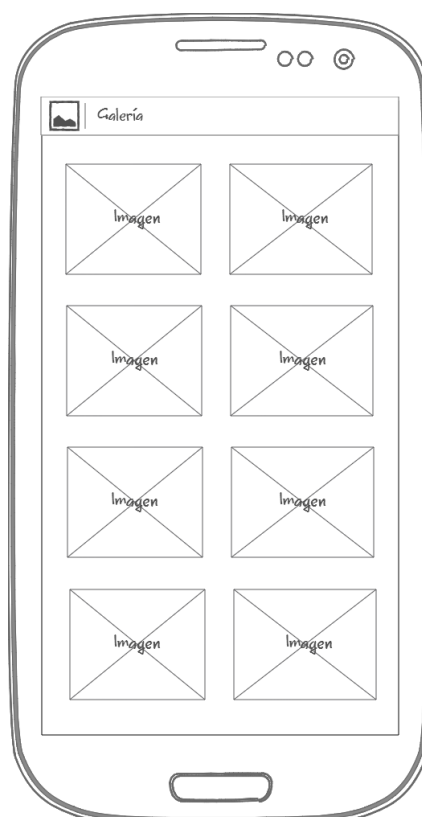


Figura 24 - Boceto Pantalla galería (Port)

4.4.9 Pantalla imagen completa

Dado que la galería mostrada en el apartado anterior hace referencia a la visualización de miniaturas de las imágenes reales, es necesaria una pantalla donde visualizar la imagen seleccionada a pantalla completa. El estudiante será el encargado de elegir que orientación del móvil (land o port) es la más conveniente para visualizar correctamente la imagen.

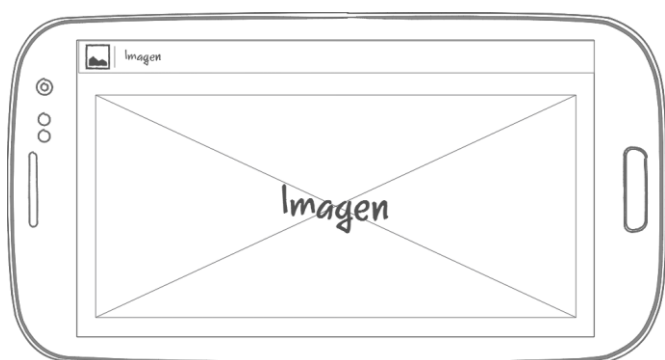


Figura 27 - Boceto Pantalla imagen (Land)

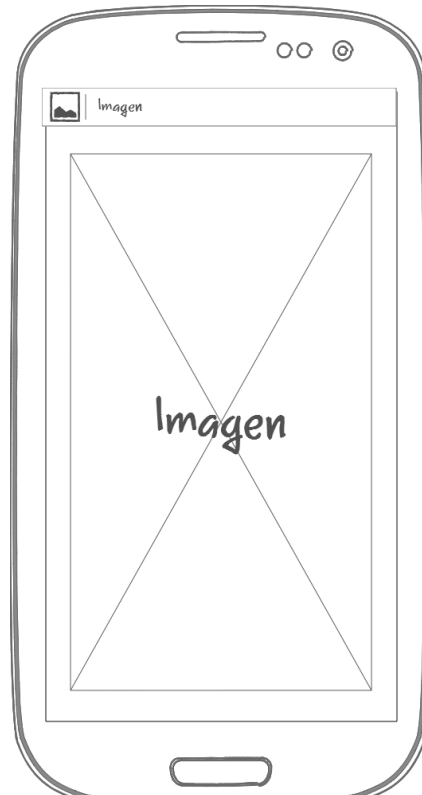


Figura 26 - Boceto Pantalla imagen (Port)

4.4.10 Pantalla visita virtual

Para hacer uso del diseño de la tumba en 3D explicado con anterioridad, es necesaria la utilización de una pantalla que esté compuesta principalmente de una ventana para la visualización del 3D, junto con botones de dirección para conocer las estancias que el estudiante quiere visitar en cada instante. Además, un botón de información, que pulsado permite al estudiante adquirir conocimientos sobre la estancia en la que se encuentre.

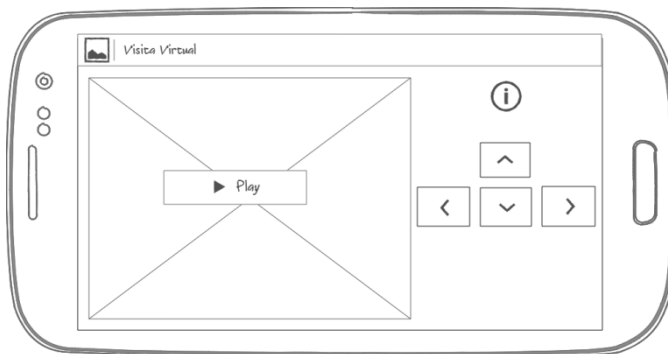


Figura 29 - Boceto Pantalla visita (Land)

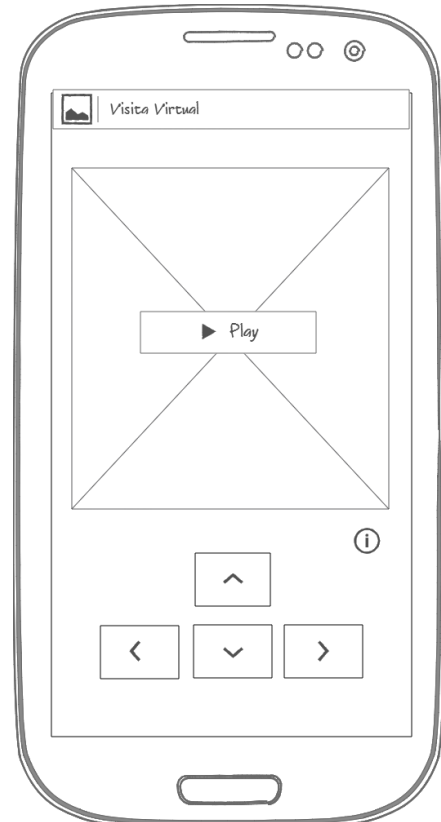


Figura 28 - Boceto Pantalla visita (Port)

4.4.11 Pantalla información de estancia

Desde esta pantalla se puede visualizar la información de cada una de las estancias que el usuario recorre en la visita virtual. El menú de opciones de esta pantalla estará compuesto por la opción "Editar", para poder actualizar la información que en ella se muestra.

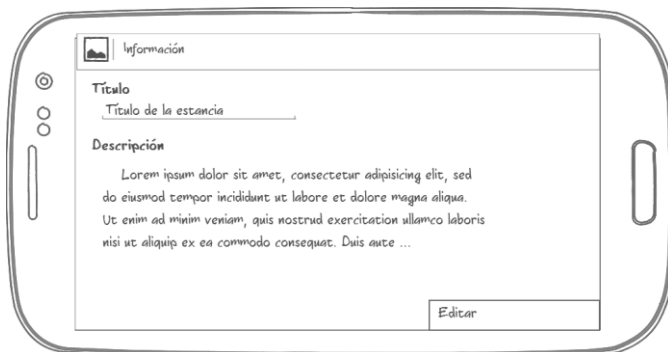


Figura 31 - Boceto Pantalla información (Land)

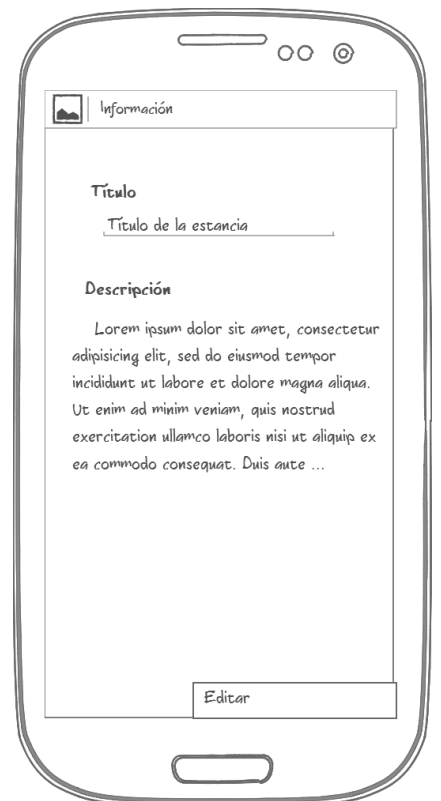


Figura 30 - Boceto Pantalla información (Port)

4.4.12 Pantalla juego de preguntas

Su acceso se realiza a través del menú de la pantalla principal y permite al usuario participar en el juego de preguntas y respuestas. La pregunta tendrá tres posibles respuestas, pero solo una correcta.



Figura 33 - Boceto Pantalla juego (Land)

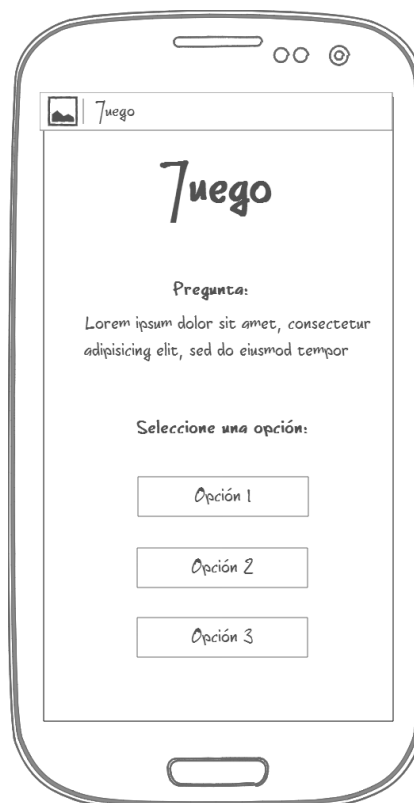


Figura 32 - Boceto Pantalla juego (Port)

4.4.13 Pantalla video

Como se mostró anteriormente, el alumno tiene la posibilidad de visualizar videos sobre las investigaciones de la tumba. Para ello, es necesaria la utilización de una pantalla donde se muestre el video a pantalla completa, junto con una barra donde consultar la duración del video y tener la posibilidad de posicionarse en cualquier punto dentro del video desplazando el navegador. Además de los habituales botones de interacción para reproducir, detener, pausar y controlar el avance o retroceso del video. Para una mejor visualización del contenido la orientación será en horizontal (land).

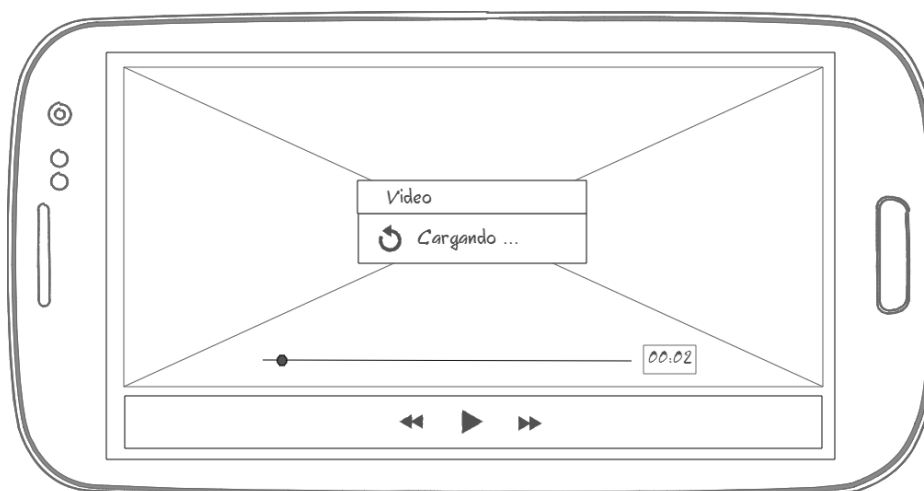


Figura 34 - Boceto Pantalla video (Land)

4.5 Diseño de la base de datos

La aplicación necesita gestionar información relacionada con los usuarios, los eventos, el juego de preguntas-respuestas y la visita virtual, por lo que se requiere diseñar las siguientes tablas en la base de datos del servidor:

Usuarios

En la entidad Usuarios se han definido dos campos “usuario” y “contraseña” a fin de almacenar en distintos registros a los usuarios del sistema. Se ha establecido como primary key el campo usuario que deberá tener un valor único para cada estudiante.




public.usuarios	
	usuario: varchar(50)
	contrasena: varchar(50)
	usuarios_pkey

Tabla 4 - Usuarios

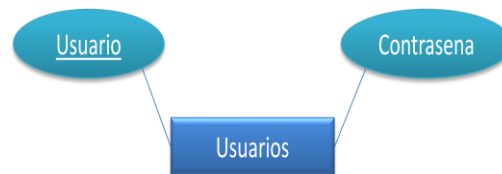


Figura 35 - Entidad Usuario

Sobre la base de datos se realizarán consultas para dar de alta nuevos usuarios desde la pantalla de registro y también se necesitará comprobar si los datos introducidos desde la pantalla de login corresponden a un usuario del sistema.

Eventos

En la entidad Eventos se han definido los campos: “id”, “título”, “fecha”, “descripción”, “latitud”, “longitud” a fin de almacenar en distintos registros los eventos generados por el administrador del sistema. Se ha establecido como primary key el campo id que deberá tener un valor único para cada evento registrado en la base de datos.








public.eventos	
	id: serial
	titulo: varchar(50)
	fecha: varchar(50)
	descripcion: varchar(1000)
	latitud: numeric
	longitud: numeric
	eventos_pkey

Tabla 5 - Eventos

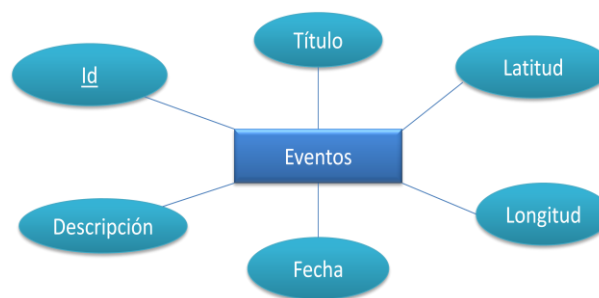


Figura 36 - Entidad Evento

Se realizarán consultas a esta tabla desde la pantalla principal de la aplicación, para obtener el listado de eventos disponibles y visualizarlos como marcadores en el mapa. Además, en la pantalla de eventos se realizarán consultas para mostrar la información completa del evento dado un identificador de evento, si el usuario selecciona alguno de los marcadores y también para la eliminación de un registro de la tabla en caso de seleccionar la opción de eliminar evento.

Videos

En la entidad videos se han definido los campos “video”, “titulo”, “descripcion” a fin de almacenar en distintos registros los videos descriptivos correspondientes a las estancias de la tumba que se visualizan en la visita virtual. Se ha establecido como primary key el campo video que deberá tener un valor único para cada registro y que corresponde con el nombre real del video alojado en el servidor.

public.videos	
video: varchar(20)	
titulo: varchar(50)	
descripcion: varchar(1000)	
videos_pkey	

Tabla 6 - Videos

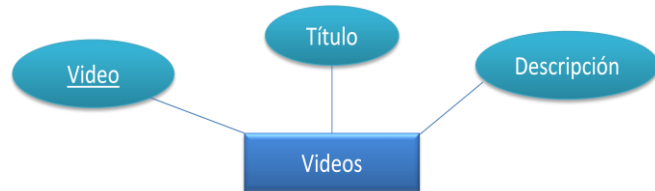


Figura 37 - Entidad Video

Se realizarán consultas para actualizar la información de cada estancia de la tumba desde la correspondiente pantalla de la aplicación, aunque a veces simplemente se realizará una consulta para poder visualizar la información completa de la estancia.

Preguntas, respuestas y materia

En la entidad pregunta se han definido los campos “id” , “dificultad” “texto”, a fin de almacenar en distintos registros las preguntas formuladas en el juego atendiendo al grado de dificultad escogido por el usuario (fácil, medio o difícil) y se ha establecido como primary key el campo del identificador.

En la entidad respuesta se han definido los campos “id”, “texto” y “correcta”, este último permite conocer cuál de las posibles respuestas de la pregunta es la correcta. Se ha establecido como primary key el campo del identificador de la respuesta.

En la entidad materia se han definido los campos “id” y “nombre”, a fin de almacenar en distintos registros las diferentes materias sobre las que se escriben las preguntas y se ha establecido como primary key el campo del identificador de materia.

La aplicación generará aleatoriamente un número con el que se elegirá un id de las preguntas, atendiendo al nivel de dificultad que el usuario escogió y a la materia del juego que en este caso es Historia Antigua. Este id permite realizar la consulta a la base de datos y obtener tanto el texto de la pregunta como las tres correspondientes respuestas. Existe relación entre estas tres entidades [ver Anexo E: Diagrama E-R], a diferencia de las otras explicadas.

public.preguntas	
id: serial	
id_materia: integer	
dificultad: smallint	
texto: text	
Preguntas_pkey	

Tabla 9 - Preguntas

public.respuestas	
id: serial	
id_pregunta: integer	
texto: text	
correcta: boolean	
Respuestas_pkey	

Tabla 7 - Respuestas

public.materias	
id: serial	
nombre: text	
Materia_pkey	

Tabla 8 - Materias

5. Implementación

En este apartado se exponen algunos puntos de interés sobre el proceso de implementación del producto software, que se sostiene en el trabajo de diseño explicado con anterioridad para conseguir un producto de calidad.

5.1 Lenguajes de programación

La solución implementada que se presenta va dirigida a dispositivos móviles y tablets Android. Esta decisión se tomó atendiendo al estudio realizado en la sección 2.4 y 2.5, que remarcaba el elevado número de jóvenes que utilizaban estos dispositivos y la elevada cuota de mercado que alcanzaba un sistema operativo de código abierto como es Android. Además, este estudio indicaba que la API mínima a utilizar debía ser superior a la 14 para que funcionara correctamente en la mayoría de los dispositivos.

Por lo tanto, Java es el lenguaje de programación seleccionado para la implementación de la aplicación y PHP el lenguaje utilizado para implementar los métodos necesarios del proceso de petición/respuesta entre la aplicación y el servidor, donde se almacena la información que esta emplea.

5.2 Parte Cliente

Como ya se indicó en el capítulo 4.2, la parte del cliente está representada por la aplicación Android y a continuación se presentan algunos de los aspectos más destacables.

5.2.1 Estructura del código

Según avancen las investigaciones sobre la tumba, surgirán nuevas necesidades que deberán ser cubiertas. Como se prevé que en un futuro el código tenga que ser ampliado se ha prestado especial atención a la implementación, para que sea fácilmente entendible y modificable.

Para ello, es necesario realizar una buena estructuración de todo el contenido que conforma la aplicación.

La primera decisión importante ha sido la de separar la parte lógica de la gráfica de la aplicación y así facilitar la localización del punto de actuación de una futura modificación. Siguiendo esta pauta:

- la carpeta **src** contiene los archivos java relacionados con la lógica.
- la carpeta **layout** está constituida por archivos XML que representan las pantallas que verá el usuario.



En la carpeta **layout** ha sido necesario distinguir otras dos cuestiones como son: la orientación y el tamaño de la vista.

- La orientación de la pantalla se distingue mediante dos nuevas carpetas:
 - **layout-land** donde se sitúan las vistas de retrato o vertical.
 - **layout-port** con las vistas de paisaje u horizontal.

Cuando el usuario rote el móvil de posición vertical a horizontal y viceversa, la aplicación seleccionará la vista de la correspondiente carpeta.

- El tamaño de la vista se distingue mediante las siguientes carpetas:
 - **layout-sw600dp** contiene las vistas para un tamaño de pantalla como mínimo de 600x1024, propia de una tablet de 7 pulgadas o superior.
 - **layout** almacena las vistas de tamaños inferiores.

La propia aplicación detectará si está es ejecutada desde una tablet o desde un smartphone y elegirá la vista correspondiente.

La segunda decisión importante ha sido la de reunir en la carpeta **res** los recursos utilizados por la aplicación y dentro de ella establecer otras subcarpetas:

- **anim**: contiene los ficheros XML con las dos animaciones utilizadas para la actividad de inicio tras arrancar la aplicación.
- **drawable**: contiene el conjunto de ficheros .png y .jpg relacionados con los diferentes iconos, logos e imágenes que aparecen en la aplicación.
- **menu**: contiene ficheros XML para representar los menús de actividad.
- **raw**: contiene ficheros .txt donde se especifican las configuraciones para la galería y la visita virtual y pistas de audio para la música que se reproduce.
- **values**: en esta carpeta se encuentran diferentes ficheros XML que contienen cadenas, colores, dimensiones... (string.xml, colors.xml, dimens.xml...). De esta manera los valores se encuentran localizados en un fichero, pero pueden ser referenciados desde varias vistas, de modo que, un solo cambio en ese fichero hace que todas las vistas se actualicen al instante.

Mantener una buena estructuración de los recursos, separados del código, facilita futuras acciones como la de traducir la aplicación a otro idioma, ya que las cadenas visibles están localizadas y agrupadas en un mismo sitio. Solo con establecer una nueva carpeta “values-fr” que contenga las cadenas en francés servirá, ya que la aplicación detecta la procedencia del usuario y muestra las vistas en el idioma correspondiente.

Además de las pautas anteriores, todos los métodos y clases elaboradas van acompañados por su correspondiente documentación para facilitar el correcto entendimiento de su funcionalidad a personas que no han participado en el proceso de implementación.

5.2.2 Librerías

La aplicación hace uso de las siguientes librerías:

- **android-support-v4.jar** [35]: permite utilizar algunas de las APIs más recientes de Android en la aplicación aunque esta se ejecute en versiones antiguas, pudiéndose utilizar elementos nuevos en las versiones más viejas.
- **appcompat_v7.jar** [36]: añade soporte para la barra de acciones de la interfaz de usuario entre otros.
- **google-play-services_lib.jar** [37]: permite hacer uso de cualquiera de las APIs incluidas en los Google Play Services, en el caso de esta aplicación, se necesita para la utilización de Google Maps. En el siguiente capítulo se explicará cómo se realiza la integración del servicio.

5.2.3 Integración del servicio Google Maps

Uno de los requerimientos que propuso el departamento de Historia Antigua, fue la necesidad de registrar acontecimientos que tuvieron lugar en la época de utilización de la tumba y que permitirán situar con mayor claridad lo que ocurría en otros lugares.

La solución que se planteó fue que la aplicación tuviera como eje central un mapa donde situar estos eventos en su correspondiente marco espacio-temporal. Por lo que se implementó una pantalla con un mapa plano. Sin embargo, siguiendo con la idea de mejorar la experiencia del usuario, finalmente se decidió integrar el servicio Google Play Services [37]. De esta manera, el estudiante puede interactuar con el mapa de la aplicación utilizando los mismos gestos que realiza cuando lo hace con mapas Google.

Se utiliza la versión 2 de la API de Google Maps [38] y en ella el usuario puede:

- Desplazarse por el mapa (arrastrando el mapa con el dedo).
- Modificar la orientación del mapa (arrastrando los dedos en círculo).
- Aumentar o disminuir el zoom (tocando un área con dos dedos y separándolos/juntándolos).
- Seleccionar el tipo de mapa entre normal o satélite (pulsando el botón)
- Crear un marcador o evento (pulsación larga sobre una ubicación).
- Visualizar un evento (pulsación sobre un marcador del mapa).

La utilización de la biblioteca requiere la instalación de los servicios Google Play utilizando el gestor del SDK e importar el código “google_play_services” para poder compilar el proyecto con la biblioteca.

Además, ha sido necesario crear una clave de acceso para el servicio Google Maps. Para ello, se ha localizado la huella SHA-1 mediante la herramienta keytool del JDK, que es una versión acortada del certificado digital que permite identificar la aplicación. A través de Google Developers Console [39], se ha creado un proyecto que tiene habilitado el servicio Google Maps Android API v2 y se ha creado la clave API usando la huella anteriormente citada y el nombre del paquete de la aplicación.



Para el correcto funcionamiento del Fragment que contiene el mapa y que proporciona acceso a GoogleMap mediante el método `getMap()`, se ha modificado la configuración del proyecto a través del fichero de manifiesto de la siguiente manera:

AndroidManifest.xml

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
<uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="com.example.app.permission.MAPS_RECEIVE" />

<uses-feature
    android:glEsVersion="0x00020000"
    android:required="true" />

<meta-data
    android:name="com.google.android.maps.v2.API_KEY"
    android:value="claveAPI" />
```

Figura 38 - Configuración para el uso de Google Maps

5.2.4 Roles

La aplicación tendrá dos roles:

- Rol de profesor
- Rol de alumno

Esta diferenciación de papeles es necesaria, ya que el alumno utilizará la aplicación para visualizar e interactuar con las distintas pantallas, mientras que el profesor actúa como administrador y actualizará la información según avancen las investigaciones de la tumba, con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza.

Las principales funcionalidades que diferencian el papel del administrador respecto de las del alumno son:

- Creación y eliminación de eventos sobre el mapa de la pantalla principal. Se pretende que el profesor realice actividades grupales en las que los alumnos puedan buscar hechos históricos del marco temporal de la tumba y tras ponerlos en común, sea el profesor quien introduzca los eventos tras constatar su validez.

La implementación de la función de creación se basa en un diálogo que aparece cuando el profesor realiza una pulsación larga sobre una ubicación del mapa, donde se pregunta si realmente se quiere crear un evento nuevo y tras la confirmación aparecerá una nueva pantalla en la que introducir los datos del evento. En segundo plano, una consulta al servidor crea un registro en la tabla.

La función de eliminación se basa en la aparición de una opción de menú en la pantalla de visualización del evento. En este caso, se envía una consulta al servidor para eliminar el registro de la tabla eventos.

- Actualización de la Visita Virtual. Según avancen las investigaciones será necesario que el profesor introduzca nuevos datos en la visita virtual. En este caso, la implementación se basa en la definición de una nueva opción de menú “editar” en la pantalla de información de la visita virtual, que hace editables los campos para que el profesor introduzca los nuevos datos. En segundo plano, se envía una consulta de actualización del registro en la tabla videos.

A pesar de que solo son dos funciones las que diferencian ambos roles, estos dos puntos son esenciales para asegurar el crecimiento de la aplicación y para mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

5.2.5 AsyncTask

La mayoría de las clases implementadas realizan comunicaciones con el servidor para obtener la información que presentan o gestionan, siendo esta actividad una de las más importantes para el funcionamiento de la aplicación. Sin embargo, una mala implementación de esta tarea puede acarrear descontento entre los usuarios si detectan lentitud o bloqueos durante la ejecución de la aplicación, dejando de ser atractiva.

Como solución se ha empleado la clase AsyncTask [40] que permite realizar tareas asíncronas para que las costosas consultas realizadas al servidor se lleven a cabo en segundo plano. Así se evita utilizar el hilo principal que gestiona las operaciones de la interfaz de usuario, lo que puede provocar el mal funcionamiento de la aplicación.

Es necesario sobrescribir los siguientes métodos:

- **onPreExecute():** se ejecuta en el hilo de la interfaz del usuario justo antes de empezar a ejecutarse la tarea en segundo plano, lo que permite mostrar diálogos informativos al usuario.
- **doInBackground():** este método se encarga de realizar en segundo plano la acción con un coste computacional alto, que en la mayoría de los casos ha sido el acceso mediante consultas al servidor.
- **onPostExecute():** se ejecuta en el hilo de la interfaz del usuario justo después de que la tarea en segundo plano acabe.

Para entender mejor su funcionamiento se explica con es visualización de un evento. Mientras que el usuario visualiza en pantalla un mensaje parecido al de la Figura 39, en segundo plano la aplicación realiza una consulta al servidor para obtener los datos del evento. Tras finalizar esta operación, los elementos de la vista son rellenados con los datos devueltos para que puedan ser visualizados por el usuario [*ver Anexo D: Código de interés*]



Figura 39 - Progress dialog



5.2.6 Preferencias

Durante la implementación del código ha sido necesario el uso de las preferencias o `SharedPreferences` [41], un mecanismo con el que se consigue almacenar datos en forma de par clave/valor. De esta manera, se guarda información para que pueda ser obtenida desde cualquiera de las actividades de la aplicación.

Para la gestión de las preferencias se ha creado la clase **Preferencias.java** donde se localizan el conjunto de getters y setters, para obtener esta información desde las actividades [ver Anexo D: Código de interés].

En el caso particular de esta aplicación, se ha almacenado el nombre del servidor y la dirección de la carpeta donde se aloja la información de la tumba, el identificador del usuario y la contraseña tras realizar el logueo del usuario y el identificador del último video visualizado desde la visita virtual. También se ha guardado información de configuración del mapa como la última posición de la cámara (latitud, longitud y zoom) y datos sobre la reproducción de música de fondo.

5.2.7 Menús

Algunas de las actividades que constituyen la aplicación llevan asociado un menú de opciones que permite navegar a otras actividades si se seleccionan.

Estos menús están diseñados para ser utilizados tanto desde la barra de acción como desde el botón de menú, lo que permite acceder a las opciones desde dispositivos antiguos y modernos.

La definición del menú se realiza desde un fichero XML situado en la carpeta **menú**, mientras que la tarea que se ejecuta tras la pulsación de la opción se realiza desde el fichero java.

Un ejemplo de menú se puede encontrar en la pantalla principal de la aplicación donde es posible seleccionar entre las opciones: Tumba 209, Juego o Contactos [ver Anexo D: Código de interés].

5.2.8 Diálogos

Como se especificó en los requisitos del sistema es importante mantener al usuario informado en todo momento, para que sea consciente de las tareas que está realizando la aplicación.

La implementación utiliza diálogos para poder interactuar con el usuario a través de las actividades, de esta manera puede solicitar una confirmación o mostrar mensajes de alerta o error. Estos diálogos son mostrados como ventanas flotantes al ser más ligeras que las actividades habitualmente utilizadas.

Un ejemplo de diálogo se visualiza cuando el administrador pulsa sobre el mapa para crear un evento sobre la ubicación [ver Anexo D: Código de interés].

5.2.9 Actividades y flujo de la aplicación

La Figura 40 muestra un resumen de las actividades implementadas con las que el usuario interactuará y el flujo entre ellas.

También se aprecia la relación de cada una de ellas con:

- El servidor que almacena el registro de usuarios, eventos, videos e imágenes que la aplicación utiliza.
- El servicio de Google Maps.
- El almacenamiento de datos interno mediante preferencias utilizando la clase **Preferencias.java**.
- El acceso a internet para la visualización de páginas oficiales relacionadas con la tumba.

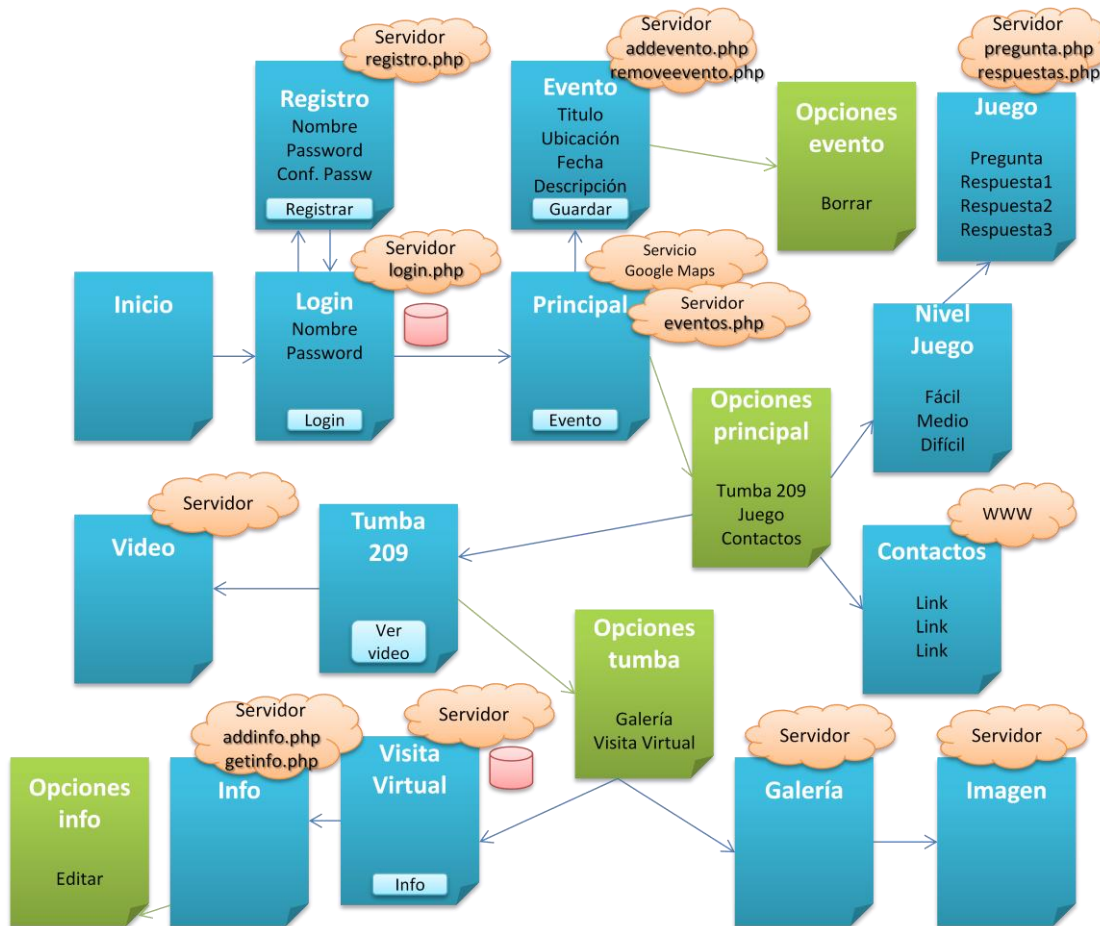


Figura 40 - Diagrama de flujo de actividades

Leyenda:



Actividad



Interacción exterior



Menú asociado a una actividad



Interacción interior



InicioActivity.java: clase encargada de arranque de la aplicación donde el usuario pulsará para iniciar la fase de logueo. Esta actividad hace uso de **AlertDialogConexion.java** que es la clase que se encarga de detectar si el usuario tiene activada la conexión a Internet ya sea conexión Wi-Fi o de datos. En caso de no tener acceso a Internet se mostrará un mensaje informativo al usuario ya que sin este acceso las funcionalidades de la aplicación no están disponibles. Si se detecta que hay conexión a Internet el flujo avanzará a la pantalla de login.

LoginActivity.java: permite el acceso a la aplicación, para ello es necesario consultar el servidor y comprobar si los datos son correctos. En caso afirmativo, la contraseña y el nombre del usuario es almacenado internamente para poder distinguir al administrador del resto de usuarios y mostrar la información correspondiente a cada tipo de usuario. Tras este proceso el flujo se desplaza a la pantalla principal. En caso negativo, el usuario podrá visualizar un mensaje de error y el flujo se mantendrá en la misma pantalla para poder introducir de nuevo los datos. Si el usuario pulsa el texto “Aun no tienes cuenta?. Regístrate.” el flujo se desplazará a la pantalla de registro. Esta clase realiza una llamada a **Cifrado.java** para constatar que la contraseña es la misma que esta almacenada en la base de datos anteriormente cifrada.

RegistroActivity.java: la implementación de esta actividad permite a un usuario registrarse, por lo tanto, es necesario acceder al servidor para consultar si el nombre del usuario esta libre o lo que es lo mismo, ninguna persona se registró anteriormente con ese nombre. En caso de ser un nombre libre, se añade una nueva entrada en la tabla de usuarios del servidor y el usuario podrá acceder a la aplicación desde la pantalla Login. En caso de estar ocupado el nombre, un mensaje informativo indicará al usuario la necesidad de introducir un nombre y contraseña distintos. Si el usuario pulsa el texto “Ya estas registrado? Logueate!” el flujo se traslada a la pantalla Login. Esta clase realiza una llamada a **Cifrado.java** para realizar la codificación de la contraseña y evitar que quede almacenada en la base de datos sin protección.

PrincipalActivity.java: esta clase se caracteriza por la gestión de mapas que realiza. Para ello es necesario que la aplicación acceda al servicio Google Maps y descargue el mapa geográfico en cuestión. Si el usuario pulsa sobre un marcador del mapa, el flujo se traslada a la pantalla evento. Si realiza una pulsación larga sobre un punto del mapa, se abrirá un diálogo con el texto “Quiere crear un evento?” si la respuesta es afirmativa, aparecerá la pantalla evento para crear uno nuevo, pero si la respuesta es negativa se visualizará la misma pantalla principal. Para gestionar esto último es necesario realizar una llamada a **AlertDialogEvento.java**. En el menú de opciones asociado a esta pantalla están disponibles dos opciones que dirigen el flujo a la pantalla Tumba209 o contactos.

EventoVisualizacionActivity.java y **EventoCreacionActivity.java:** son las dos implementaciones relacionadas con eventos, la que permite visualizar un evento y la que permite crear un evento nuevo. En el primer caso, es necesario realizar una consulta al servidor para poder visualizar la información del evento y para el segundo, la interacción con el servidor se realiza para guardar la información que el usuario introduce y añadir un nuevo registro a la tabla de eventos. En caso de crear con éxito un evento, el flujo volverá a la pantalla principal. El menú asociado tiene la posibilidad de borrar un evento en el caso de estar visualizándolo.

ContactoActivity.java: permite la visualización de un listado de páginas de las instituciones que participan o están relacionadas con la tumba. Si el usuario pulsa alguno de los ítems, la aplicación mostrará la información correspondiente mediante acceso a Internet. Es necesario realizar llamadas a **Contacto.java** y **ContactoAdapter.java**. La primera clase permite definir los atributos de un contacto (logo, título, subtítulo e identificador de la institución que representa ese contacto) y la segunda clase permite adaptar los datos devueltos por el servidor a una lista que pueda ser visualizada desde la interfaz.

TumbaActivity.java: aporta un conjunto de características descriptivas de la tumba. Si el usuario pulsa el botón ver video el flujo se desplaza a la pantalla video. El menú de opciones da lugar a dos pantallas: Galería y Visita virtual.

VideoFullActivity.java: permite visualizar un video en pantalla completa. Es necesario acceder al servidor para descargar el correspondiente video sobre las investigaciones realizadas.

GaleriaActivity.java: lista el conjunto de imágenes relacionadas con la tumba. Se requiere interacción exterior con el servidor para descargar las instantáneas. Hace uso de la clase **GaleriaAdapter.java** que actúa como intermediario entre el servidor y la interfaz para conseguir posicionar las instantáneas obtenidas en una lista que pueda ser visualizada.

ImagenActivity.java: permite visualizar una imagen a pantalla completa, para ello es necesario acceder al servidor que tiene almacenada la imagen.

VisitaVirtualActivity.java: permite realizar un recorrido por la tumba, por lo que es necesario obtener la información del servidor que almacena el recorrido. También hay que almacenar internamente mediante gestión de preferencias, la última posición alcanzada para poder realizar el siguiente movimiento. Se realizan llamadas a la clase **VideoViewPersonalizado.java** con el fin de detectar que tamaño de vista es la adecuada para el dispositivo en el que se está ejecutando la aplicación y conseguir una mejor visualización de la visita virtual. La clase **AlertDialogVisita.java** genera un diálogo para preguntar al usuario si se reinicia la visita. También es necesaria la participación de la clase **Musica.java**, la cual permite ambientar la visita con música de fondo.

InfoVisualizacionActivity.java e **InfoActualizacionActivity.java:** son las dos implementaciones relacionadas con la gestión de información de cada estancia de la tumba, la que permite visualizar esta información y la que permite actualizar la información. En el primer caso, es necesario realizar una consulta al servidor para poder visualizar la información de la estancia en cuestión y para el segundo, la interacción con el servidor se realiza para guardar la nueva descripción que el usuario desea modificar. En caso de la actualización, tras realizar el guardado de la información el flujo se traslada a la visita virtual.

JuegoActivity.java: esta clase permite al usuario utilizar el juego de preguntas y respuestas. Para su funcionamiento, es necesaria la clase **JuegoNivelActivity.java** que permite al usuario seleccionar el nivel de dificultad del juego (fácil, medio o difícil).



También es importante la clase **JuegoCargaActivity.java** encargada de interactuar con el servidor para obtener, a partir del nivel seleccionado y la materia “Historia”, un listado de ids correspondientes a las preguntas de la base de datos que cumplen dichos requisitos. Mediante este listado, **JuegoActivity.java** genera un número aleatorio con el que seleccionar un id de entre los de la lista y acceder al servidor para poder visualizar la pregunta y sus correspondientes respuestas. Si el usuario pulsa una respuesta correcta aparece la clase **AlertDialogJuegoPos.java**, si es una respuesta incorrecta la clase **AlertDialogJuegoNeg.java**

5.3 Parte Servidor

Como casi todas las aplicaciones en red, es necesaria la utilización de un servidor que proporciona una base de datos con información. Los detalles sobre las tablas que constituyen la base de datos ya fueron explicados en el *Capítulo 4.5*.

5.3.1 Acceso al servidor

La aplicación “TT-209” gestiona información relacionada con usuarios, eventos y la visita virtual, de modo que ha sido necesario implementar una serie de páginas PHP.

A continuación se presentan estas páginas indicando su funcionalidad, los parámetros necesarios y el valor devuelto en formato JSON:

- **conexion.php:** se encarga de establecer la conexión con el servidor a partir de una configuración determinada.
- **configuración.php:** establece la configuración que tendrá la conexión definiendo los valores para servidor, base de datos, puerto y usuario.
- **registro.php:** se encarga de crear un nuevo usuario en el servidor. Para insertar un nuevo registro en la tabla usuarios de la base de datos, es necesario pasarle como parámetros el nombre del usuario y la contraseña. El valor devuelto será 1 si se ha registrado correctamente al usuario, -1 si ya hay un usuario registrado con esos datos o 0 en otro caso.
- **login.php:** se encarga de hacer login en el servidor. Para autenticar a un usuario del sistema, es necesario pasar como parámetros el nombre del usuario y la contraseña. Si los datos concuerdan con un registro del servidor y por lo tanto, el usuario pertenece al sistema, el valor devuelto será 1 y si no -1.
- **addevento.php:** se encarga de crear un evento nuevo en el servidor. Para insertar un nuevo registro en la tabla eventos de la base de datos, es necesario pasarle como parámetros título, fecha, descripción, latitud y longitud del evento. El valor devuelto será 1 o -1 dependiendo de si se ha podido o no realizar el registro del evento en cuestión.

- **removeevento.php:** se encarga de eliminar un evento del servidor. Para suprimir un registro en la tabla eventos, es necesario pasarle como parámetros la latitud y longitud del evento, que son obtenidos desde java cuando el usuario pulsa el marcador que quiere eliminar. El valor devuelto será 1 si la eliminación fue correcta o -1 si no se pudo suprimir el evento.
- **getevento.php:** se encarga de obtener los datos de un evento del servidor. Es necesario pasarle como parámetros la latitud y longitud del evento, que son obtenidos desde java cuando se pulsa un marcador localizado en el mapa. El valor devuelto será una cadena con la información del evento o el error ocurrido.
- **eventos.php:** se encarga de listar los eventos almacenados en el servidor. En este caso, no es necesario indicar ningún parámetro. Se devolverá un listado con todos los eventos registrados en la tabla eventos de la base de datos.
- **addinfo.php:** permite establecer la información de una estancia de la tumba. Los parámetros necesarios son: el nombre del video de la estancia, su título y descripción. Se devolverá 1 si la actualización fue correcta o -1 en otro caso.
- **setinfo.php:** permite actualizar la información de una estancia de la tumba. Los parámetros necesarios son: el nombre del video de la estancia, su título y descripción. Se devolverá 1 si la actualización fue correcta o -1 en otro caso.
- **getinfo.php:** se encarga de obtener la información de una estancia de la tumba. Es necesario indicar como parámetro, el nombre del video de la estancia. Se devolverá el título y descripción de la estancia correspondiente.
- **getidspreguntas.php:** permite obtener un listado de identificadores de preguntas que cumplen unas condiciones definidas relacionadas con el nivel de dificultad y el tipo de materia. Es necesario indicar como parámetro el nivel de dificultad y devolverá un listado de respuestas.
- **pregunta.php:** se encarga de seleccionar de la base de datos una pregunta a partir de su correspondiente identificador. Es necesario indicar como parámetro el identificador y devolverá el texto de la pregunta.
- **respuestas.php:** se encarga de seleccionar de la base de datos las tres respuestas correspondientes a una pregunta. Es necesario indicar como parámetro el identificador de la pregunta y devolverá un listado de las respuestas indicando su texto y si son correctas o no, para distinguir cuál de ellas será considerada como acierto.



6. Pruebas

Para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación “TT-209” se han realizado diferentes tipos de pruebas. Esta tarea tiene como objetivo detectar fallos que necesiten ser solucionados y obtener así un producto de calidad que satisfaga todos los requisitos definidos [ver Capítulo 3].

Las técnicas a seguir para realizar una buena comprobación son:

- **Pruebas unitarias:** permiten comprobar la funcionalidad y lógica de los módulos.
- **Pruebas de integración:** permite comprobar el flujo de la información entre las interfaces.
- **Pruebas de adaptación a tamaños de pantalla:** permite comprobar la correcta visualización de todas las pantallas en dispositivos con diferente tamaño.

6.1 Pruebas unitarias y de integración.

Se han realizado más de 137 pruebas unitarias y de integración sobre la aplicación, teniendo en cuenta todas las pantallas desarrolladas [ver Anexo F: Pruebas].

El registro de las pruebas se ha realizado en una tabla donde se indica:

- **Id:** identificador único de cada prueba.
- **Pantalla:** actividad a la cual se realiza la prueba.
- **Prueba:** breve descripción de la prueba realizada.
- **Resultado:** actuación de la aplicación ante esa prueba.

Todas las pruebas realizadas sobre la aplicación han sido superadas con éxito, consiguiendo un producto 100% funcional.

A medida que la aplicación vaya evolucionando será necesario realizar nuevas pruebas para asegurar la calidad del producto implementado.

6.2 Pruebas de adaptación a distintos tamaños de pantalla.

La aplicación “TT-209” ha sido desarrollada para móviles y tablets Android, por lo que se ha prestado especial atención a la correcta visualización de todas las actividades implementadas en distintos dispositivos.

Para conseguir una aplicación adaptada a distintos tamaños y densidades de pantalla se han seguido las recomendaciones de Google [42], siendo las más importantes:

- Utilización de `match_parent` para la dimensión de las vistas.
- Modificador `smallest-width`, para crear ficheros de diseño alternativo para tamaños de pantalla superiores a 600dp.
- Utilización de fragmentos para adaptar la interfaz a tablets.



Durante el proceso de implementación, se configuró una tablet y un móvil para poder ejecutar directamente desde ambos dispositivos la aplicación, mediante conexión USB. Para ello fue necesario descargar los drivers desde las correspondientes páginas oficiales de los dispositivos.

Estos dos dispositivos se especifican a continuación:

- Móvil Xperia U de la serie Xperia NXT de Sony, con una pantalla de 3,5 pulgadas a 480 x 854 pixeles de resolución y versión android 4.0.4
- Tablet Arnova modelo 10D G3, con una pantalla de 10,1pulgadas (25cm) a 1024 x 600 pixeles de resolución y una versión android 4.0.3.

En ambos casos, se probaron las actividades especificadas con anterioridad, consiguiendo una buena visualización de todas ellas.

Es necesario puntualizar que habitualmente las empresas testean sus nuevas aplicaciones en más de 200 dispositivos reales para verificar el correcto funcionamiento del producto. Sin embargo, los recursos de los que se dispone para la realización de este trabajo impiden aplicar un test tan riguroso.

En un intento de constatar el correcto funcionamiento de la aplicación en pantallas de amplia variedad de dimensiones, se han utilizado los siguientes Dispositivos Virtuales (AVD) sobre el emulador de Android facilitado por el SDK de Android:

- Nexus 7 (2012) con pantalla de 7,0 pulgadas y una resolución de 800 x 1280.
- Nexus 7 con pantalla de 7,02 pulgadas y una resolución de 1200 x 1920.
- Nexus 5 con pantalla de 4,95 pulgadas y una resolución de 1080 x 1920.
- Nexus 4 con pantalla de 4,7 pulgadas y una resolución de 768 x 1280.
- Nexus 10 con pantalla de 10,055 pulgadas y una resolución de 2560 x 1600.
- Galaxy Nexus con pantalla de 4,65 pulgadas y una resolución de 720 x 1280.
- Nexus S con pantalla de 4,0 pulgadas y una resolución de 480 x 800.
- Nexus One con pantalla de 3,7 pulgadas y una resolución de 480 x 800.
- WXGA (tablet) con pantalla de 10,1 pulgadas y una resolución de 1280 x 800.
- WVGA con pantalla de 5,1 pulgadas y una resolución de 480 x 800.

7. Resultado

Este apartado presenta el producto resultante del trabajo realizado mediante un conjunto de capturas reales obtenidas desde un móvil Xperia U.

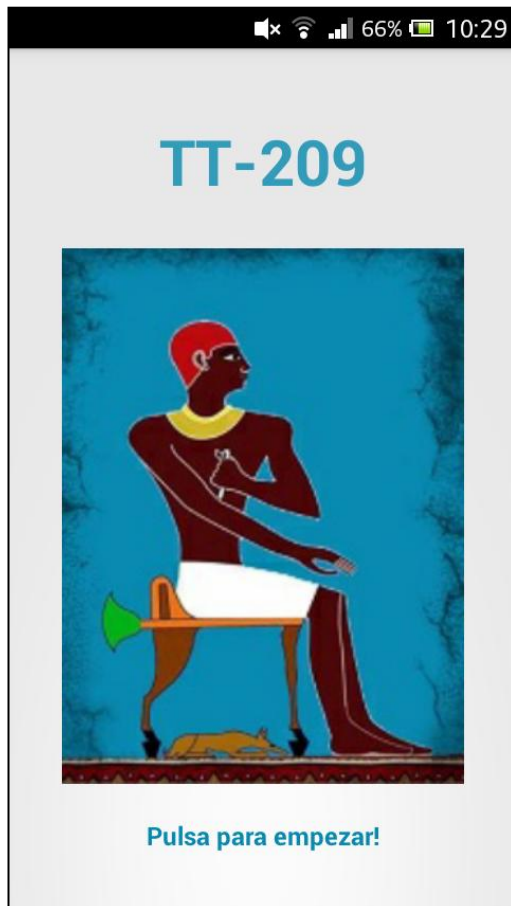


Figura 41 - InicioActivity (Port)

Tras pulsar el icono de la aplicación, se lanza una pantalla de bienvenida que tiene como eje central una imagen.

Se eligió esta imagen para el icono de la aplicación y para la portada al ser representativa de la tumba tebana, correspondiente a una inscripción encontrada en una de las paredes como representación de Nisemro, el dueño nubio de la tumba.

Se presentan las dos posibles posiciones en las que el dispositivo móvil o tablet puede presentar la información, ya sea una orientación de retrato o vertical también denominada “port” o una orientación de paisaje u horizontal denominada “land”.

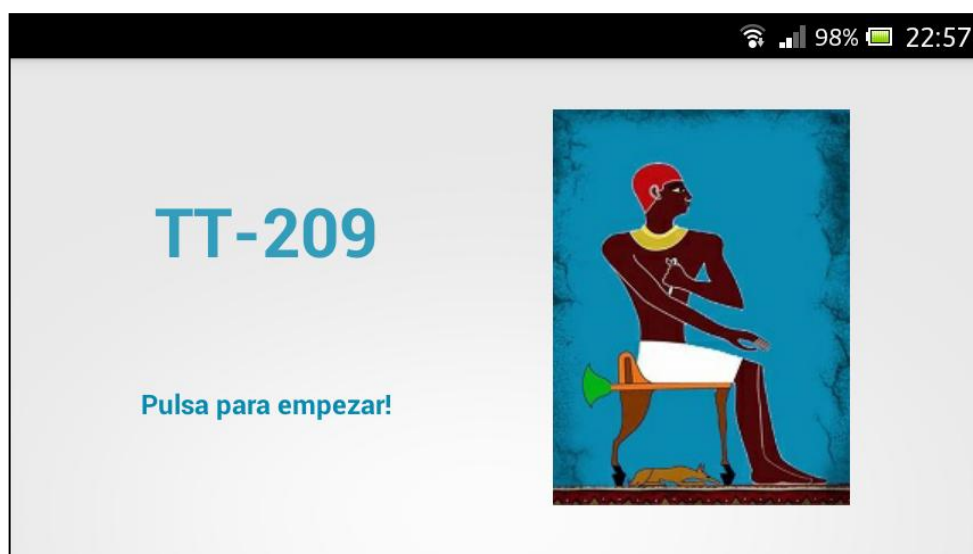


Figura 42 - InicioActivity (Land)

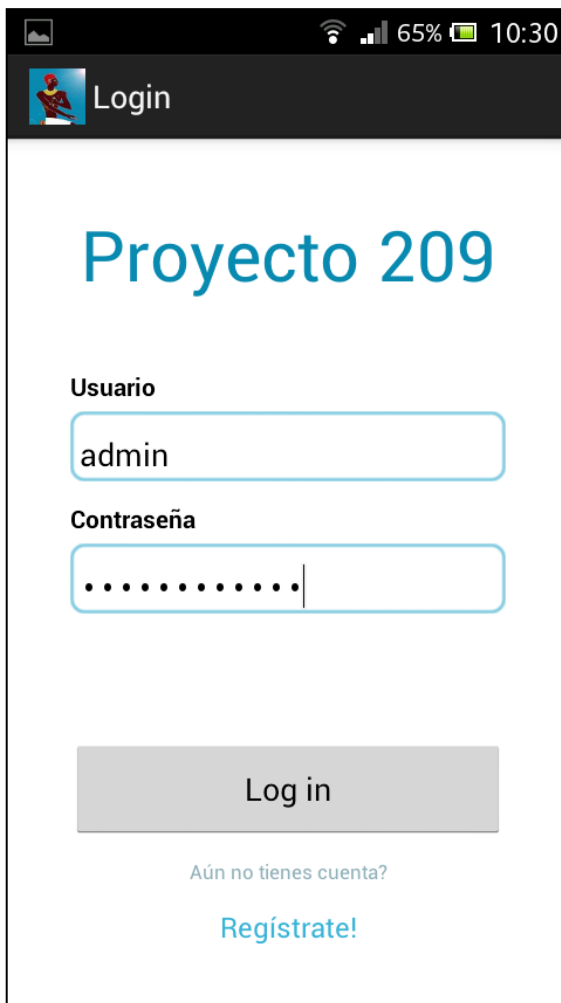


Figura 43 - LoginActivity (Port)

Los estudiantes pueden participar en las actividades de la aplicación tras hacer login al introducir su nombre y contraseña.

El acceso como profesor aporta una serie de privilegios: crear eventos, editar información de las estancias...

Cada estudiante es identificado por un nombre único, lo que permitirá en un futuro mejorar la aplicación si se utiliza esta información para generar estadísticas de uso.

Además, permite al profesor tener constancia de cuáles son los alumnos que están participando en las tareas.

En caso de introducir mal los datos, un mensaje aclaratorio pide que se introduzcan de nuevo.

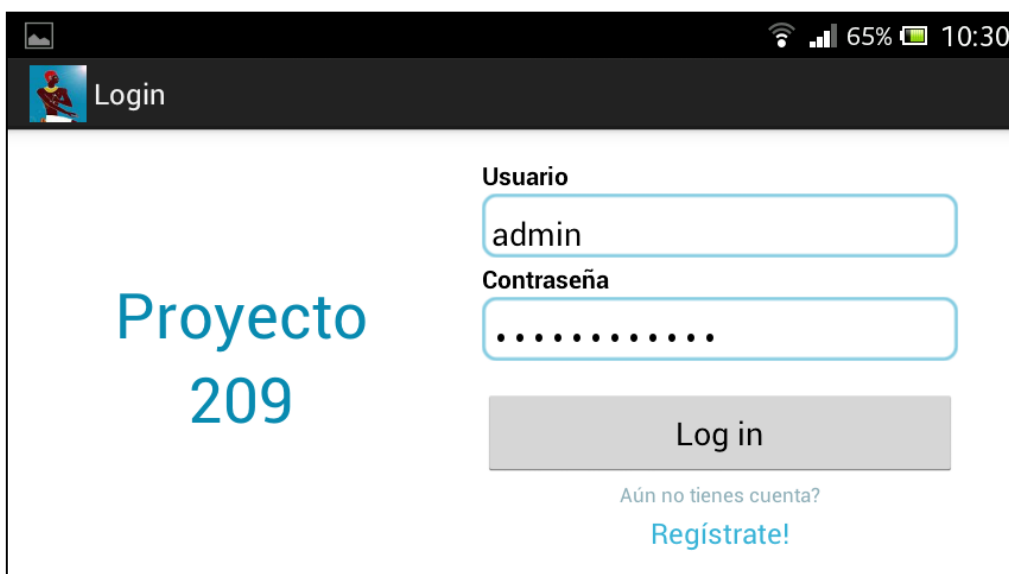


Figura 44 - LoginActivity (Land)



Figura 45 - RegistroActivity (Port)

Para que los estudiantes se puedan logear como antes se indicó, es necesario que se registren previamente en la aplicación.

En este caso, además de introducir el nombre de usuario y la contraseña, es necesario introducir esta última de nuevo como confirmación, para evitar el registro por error.

En caso de que otro usuario previamente se haya registrado con el mismo nombre, un mensaje informativo indica la necesidad de introducir nuevos valores en los campos. La aplicación también avisa si algún campo obligatorio está en blanco.

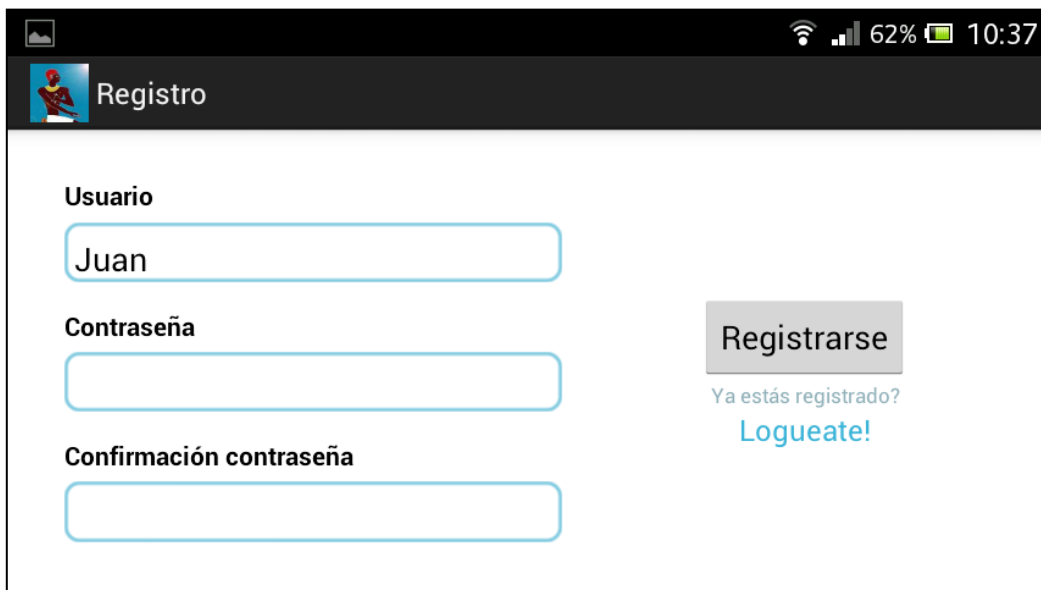


Figura 46 - RegistroActivity (Land)



Figura 47 - PrincipalActivity - Satellite (Port)

El mapamundi se convierte en el foco central de toda la aplicación.

Permite al profesor crear actividades grupales para que los estudiantes pongan en común sus ideas con las que establecer puntos de interés en el mapa relacionados con la tumba.

Como muestran las pantallas, es posible seleccionar el tipo de mapa visible entre normal y satélite.

De todos los eventos visibles, únicamente el situado en Egipto es importante, porque referencia la posición real de la tumba tebana. El resto corresponden a pruebas realizadas para comprobar el correcto funcionamiento de la creación, eliminación y visualización de los eventos.

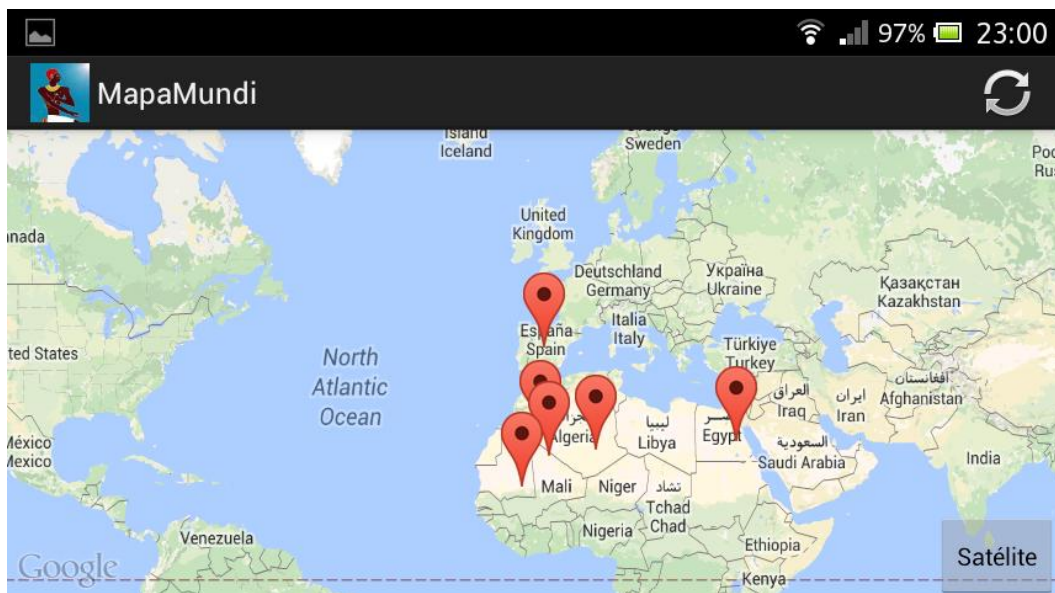


Figura 48 - PrincipalActivity – Mapa (Land)

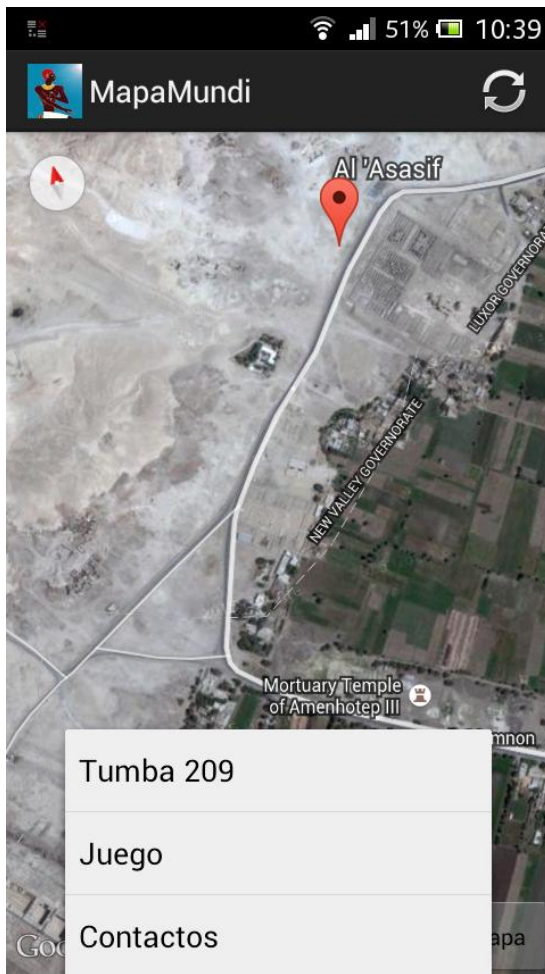


Figura 50 - PrincipalActivity Menu

El estudiante puede usar los gestos que habitualmente usa cuando explora mapas: arrastrar, engrandecer, rotar... Una navegación fácil para mejorar la experiencia de usuario al utilizar la aplicación.

Además, si realiza una pulsación larga sobre un punto geográfico del mapa, se activa un diálogo para crear un evento en dicha posición.

El estudiante dispone de la posibilidad de refrescar el mapa con el fin de tener los eventos actualizados.

El uso de Mapas Google permite obtener una imagen real de cualquier localización. Este caso corresponde con la situación de la tumba tebana, junto a las principales calles y nombres de regiones.

Desde esta pantalla el estudiante tiene acceso a principales opciones como: Tumba, Contactos y Juego.

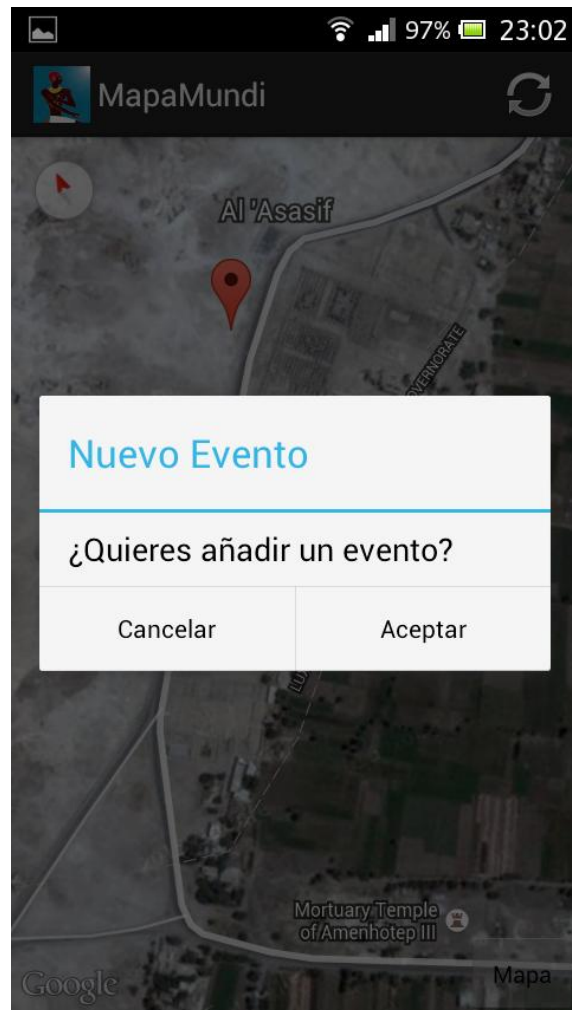


Figura 49 - PrincipalActivity Dialog



Figura 52 - EventoCreacionActivity

En el momento en que un evento es creado y el estudiante ha refrescado el mapa, con una sola pulsación sobre el marcador correspondiente se abre una nueva pantalla para visualizar los datos introducidos por el profesor para dicho evento.

Permite al estudiante ampliar sus conocimientos sobre un evento en concreto.

En este caso, se aprecia la información relativa al evento creado para explicar la tumba tebana.

Si anteriormente se explicó cómo situar el marcador en una posición del mapa, es necesario centrarse en la introducción de los datos propios del evento.

El profesor puede indicar el título, el periodo de tiempo y la descripción del evento. Sin embargo, para facilitar la tarea de creación, la aplicación se encarga de rellenar automáticamente la posición del evento a partir de la pulsación que realiza el profesor.

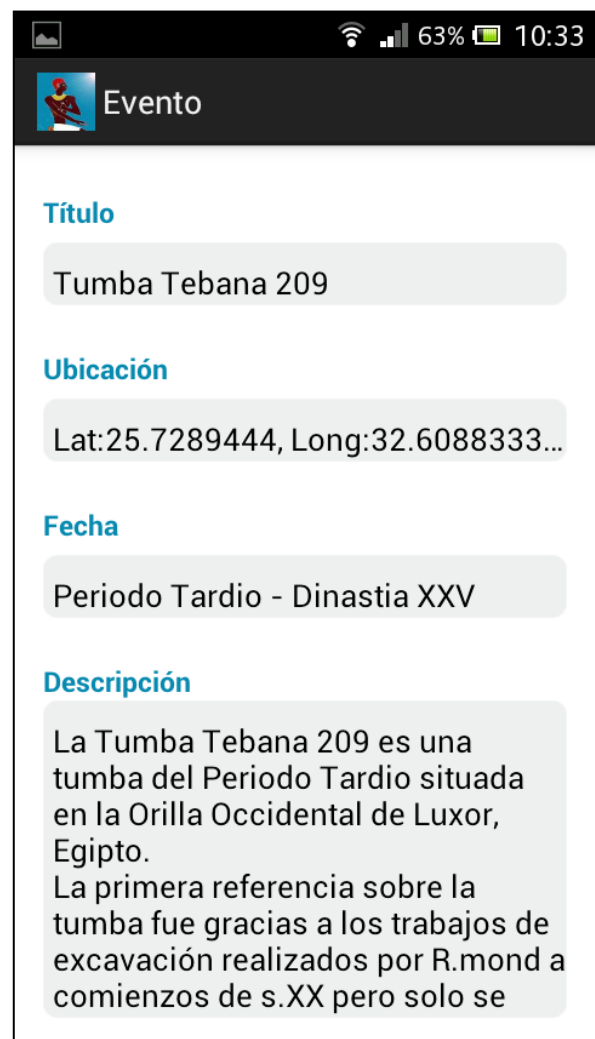


Figura 51 - EventoVisualizacionActivity



Figura 53 - ContactoActivity (Port)

Otra actividad que puede realizar el estudiante, consiste en consultar un conjunto de links mediante los que ampliar conocimientos.

Entre los destacables se encuentra: la página oficial del proyecto para el estudio de la tumba donde el grupo arqueológico de la Universidad de La Laguna actualiza las conclusiones de sus investigaciones, el facebook del proyecto donde se cuentan los últimos avances de las excavaciones en forma de diario o las páginas oficiales de las universidades que participan en el proyecto 209.



Figura 54 - ContactoActivity (Land)

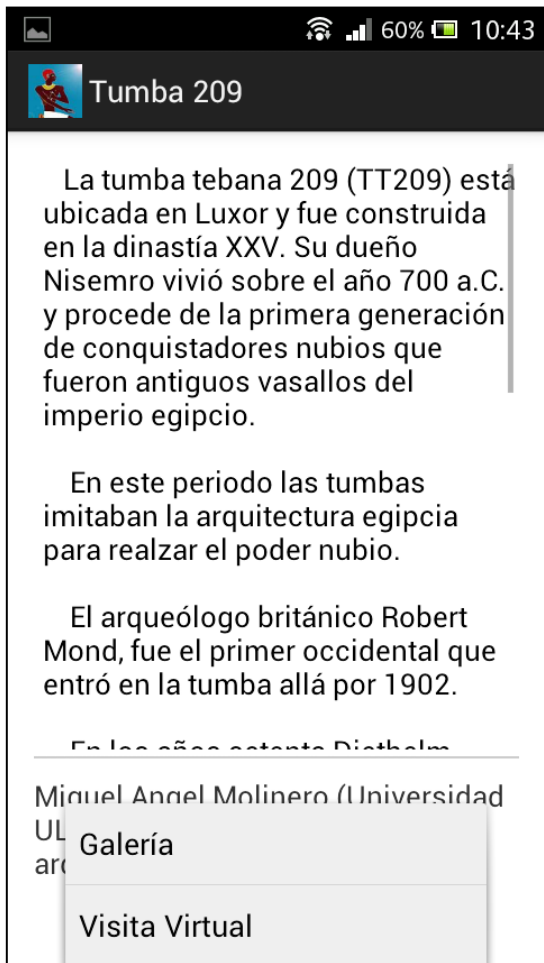


Figura 55 - TumbaActivity Menu (Port)

El estudiante puede consultar información resumida de la tumba tebana a fin de entender las principales características de esta edificación.

Además tiene acceso a videos sobre los trabajos de excavación llevados a cabo en el lugar, junto con explicaciones de Miguel Ángel Molinero encargado de dirigir al equipo arqueológico.

Esta pantalla da acceso a otras dos actividades como son la visita virtual y la galería de imágenes.

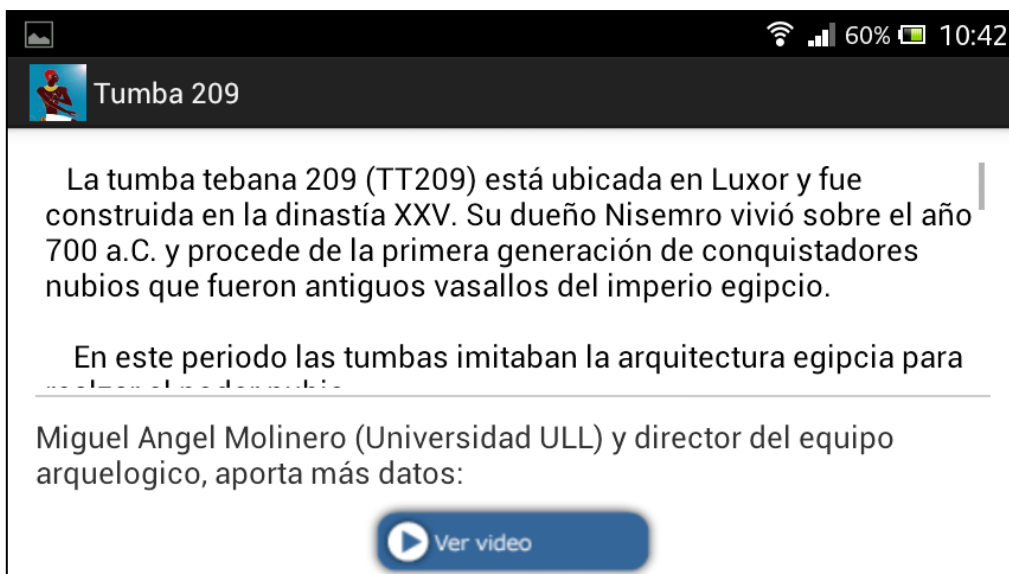


Figura 56 - TumbaActivity (Land)

Como se ha indicado, desde la aplicación es posible que el estudiante visualice contenido audiovisual referente a los trabajos de excavación en la tumba. Estos datos han sido proporcionados por Miguel Ángel Molinero que ha dirigido al equipo arqueológico y conoce de primera mano las características de la edificación.

Las acciones que el estudiante puede realizar sobre el video son las habituales, gracias a la utilización de los botones básicos del panel de control: play, pause, rewind y forward. Además, el estudiante podrá situarse en una posición concreta del video arrastrando el indicador de tiempo.



Figura 57 - VideoFullActivity

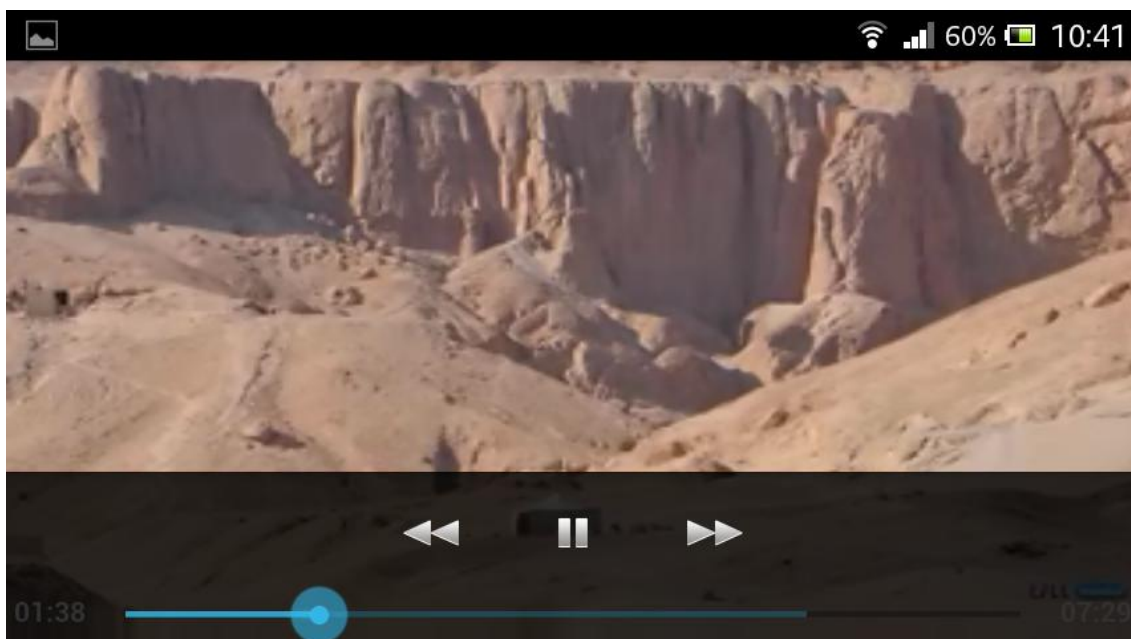


Figura 58 - VideoFullActivity Control





Figura 59 - GaleriaActivity (Port)

Desde la aplicación es posible acceder a una galería de imágenes sobre los trabajos de excavación llevados a cabo en la tumba.

Estas imágenes en miniatura hacen referencia a las estancias de la tumba, a los distintos objetos encontrados en ellas, a los miembros del equipo arqueológico desempeñando sus tareas, al conjunto de jeroglíficos que adornan las paredes...

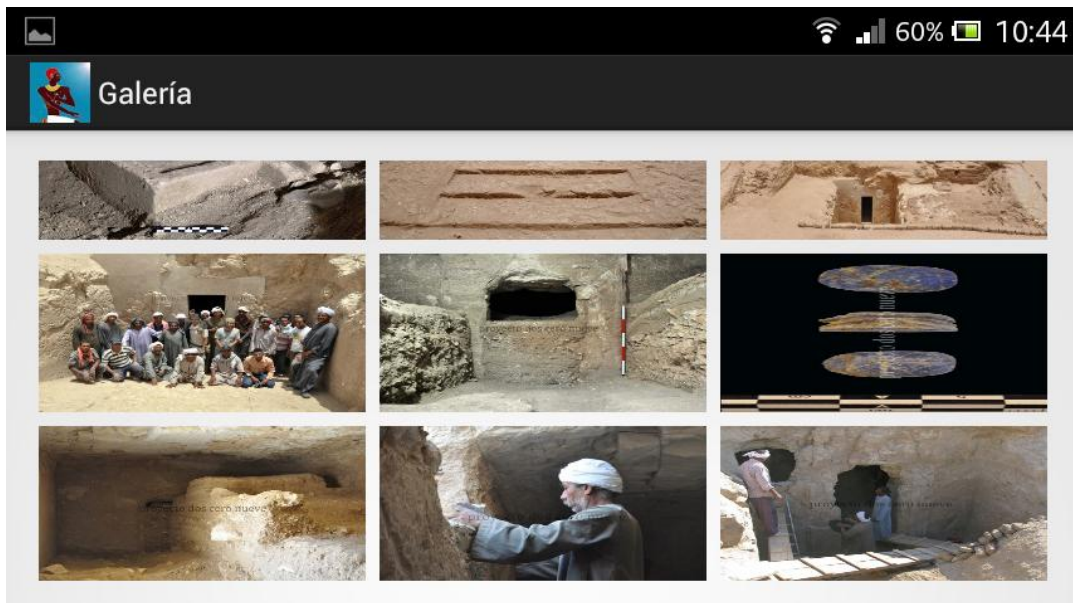


Figura 60 - GaleriaActivity (Land)

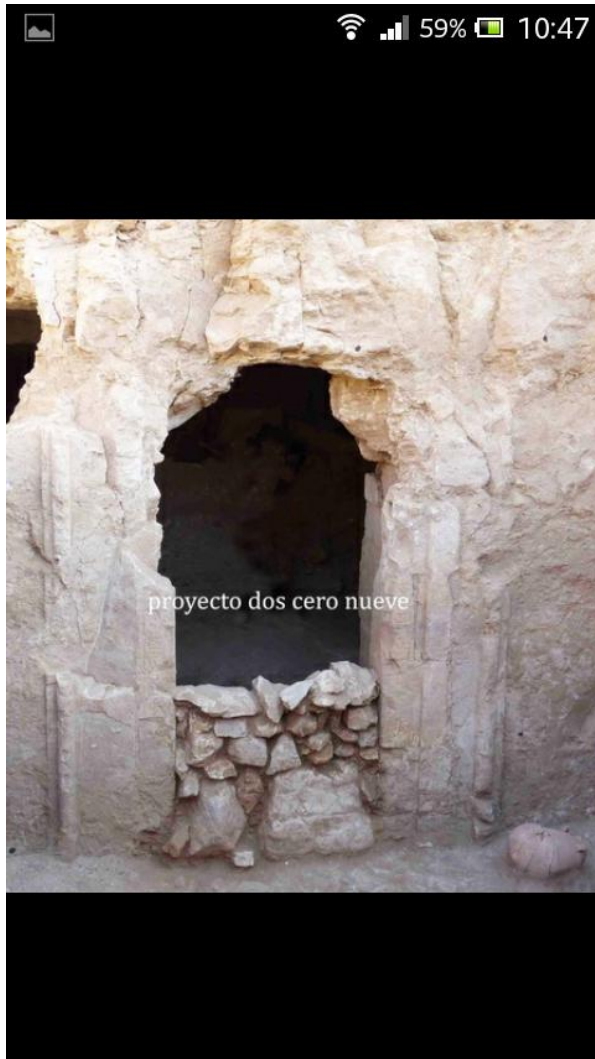


Figura 61 - ImagenActivity (Port)

Todas las imágenes de la galería pueden ser ampliadas si el estudiante las selecciona.

En este caso, se observan los trabajos realizados sobre la puerta de entrada de la tumba tebana, parte de ella recubierta de piedras para su protección.

También permite conocer otros aspectos como los horarios de trabajo, representados por la imagen del amanecer desde la excavación. Y es que las horas de investigación no son las habituales, ya que se tienen en cuenta las altas temperaturas que se alcanzan en el lugar y la coincidencia con el Ramadán.

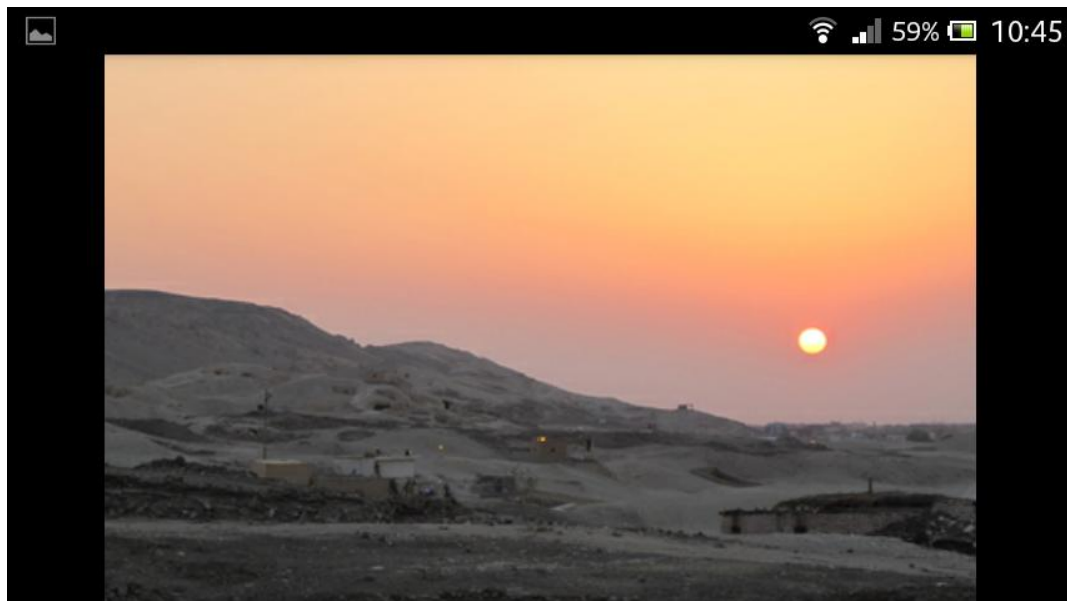


Figura 62 - ImagenActivity (Land)





Figura 63 - VisitaVirtualActivity (Port)

El estudiante puede visitar la tumba de manera virtual a través de la aplicación. El desplazamiento por las diferentes estancias se realiza mediante los cursores de movimiento inferiores.

El mundo virtual se ha creado a partir de la información disponible tras la cuarta campaña, por lo que las investigaciones realizadas en sucesivas campañas aportarán nuevos datos y permitirán conocer más sobre las actividades que se llevaban a cabo en su interior.

En este caso, se visualiza el patio exterior con la escalera de entrada y la sala transversal que da acceso a la sala de los pilares.

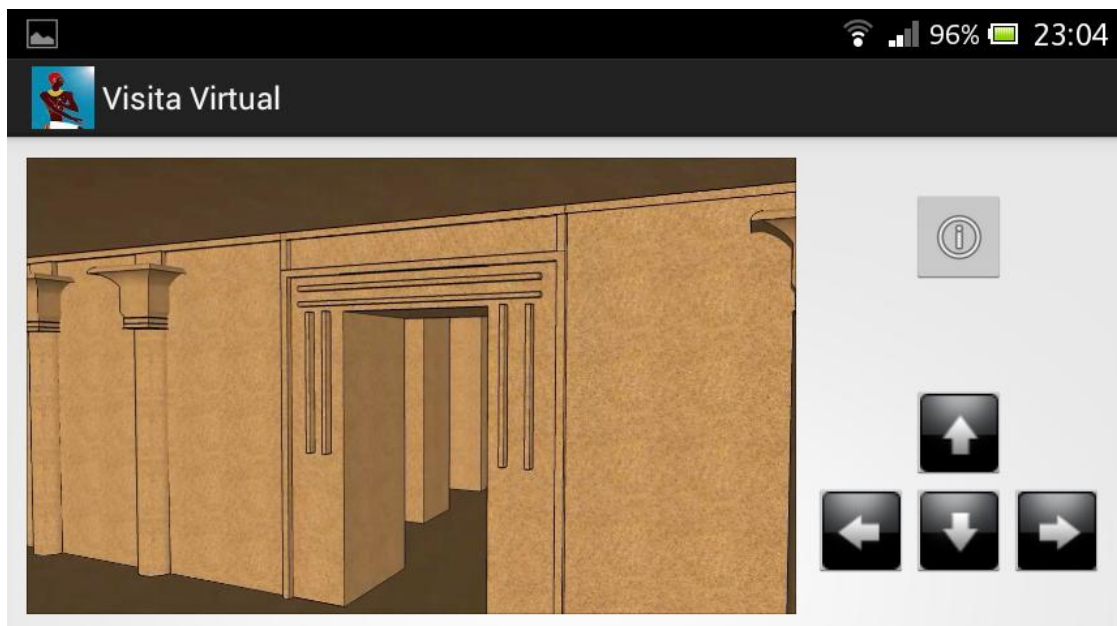


Figura 64 - VisitaVirtualActivity (Land)

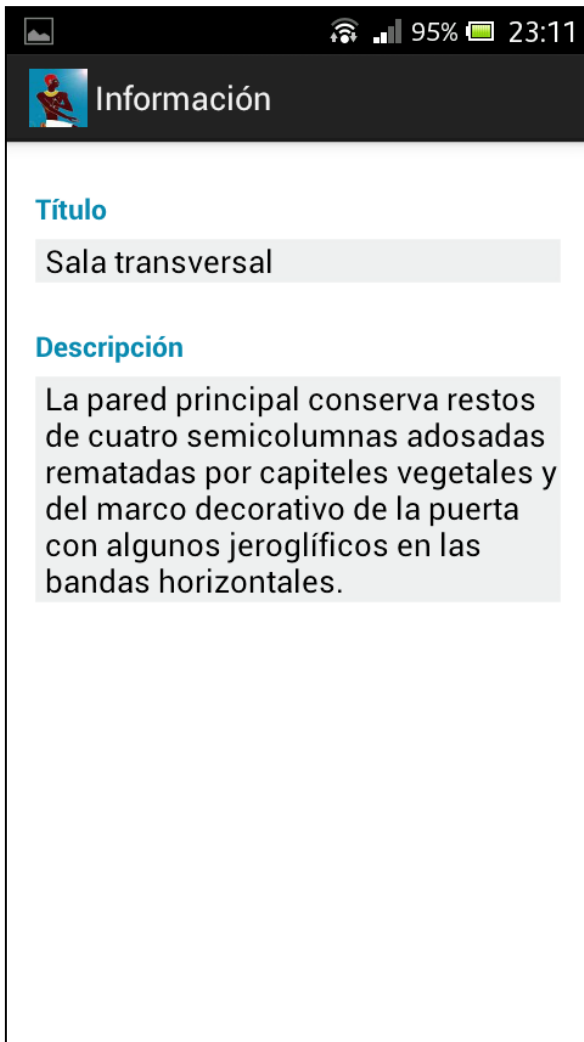


Figura 65 - InfoVisualizacionActivity (Port)

Si el estudiante está interesado en alguna estancia en particular, podrá acceder a su información para visualizar la descripción detallada de la sala.

Esta información habrá sido introducida con anterioridad por el profesor atendiendo a las conclusiones de las investigaciones llevadas a cabo.

De nuevo, la información presentada corresponde a las primeras campañas realizadas en el lugar, pero según avancen los trabajos será mayor y de mejor calidad.

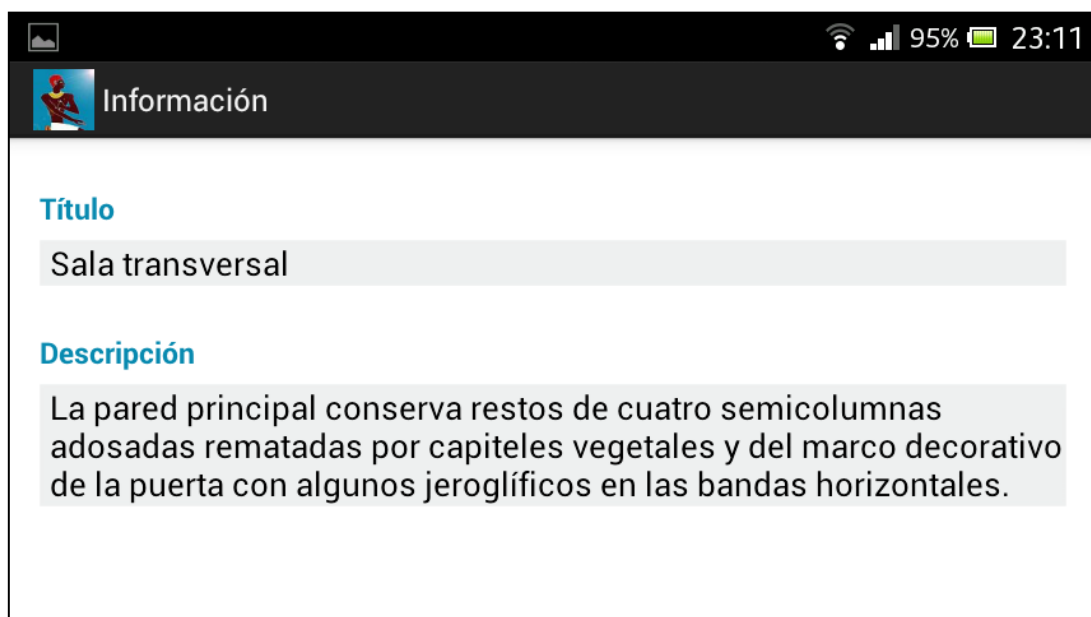


Figura 66 - InfoVisualizacionActivity (Land)

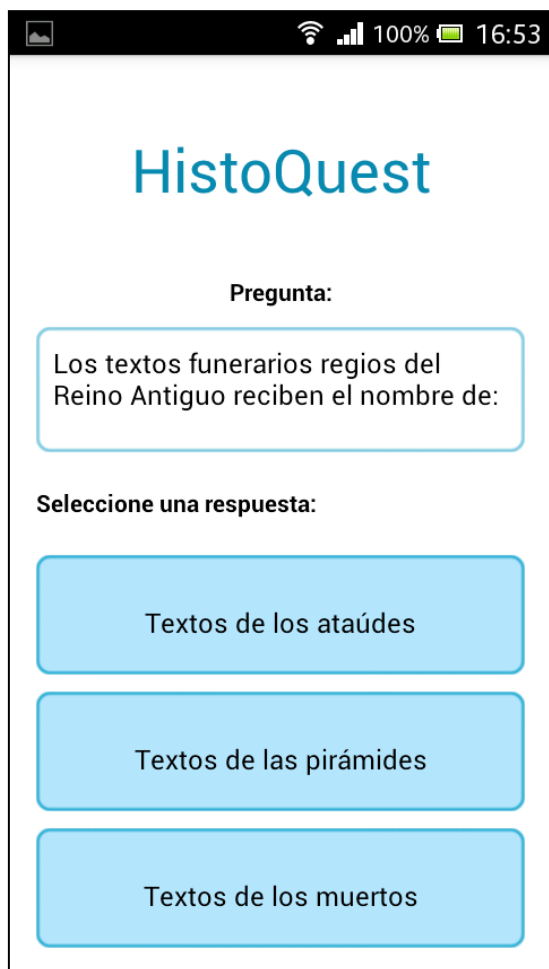


Figura 67 - JuegoActivity (Port)

Una de las actividades que pueden resultar más interesantes para el estudiante, es el juego de preguntas y respuestas.

Los alumnos podrán competir para ver quién responde correctamente a las preguntas planteadas.

El juego está disponible en tres niveles (fácil, medio, difícil) para adecuarse a los conocimientos de cada estudiante. Permite ampliar conocimientos de Historia Antigua gracias a las 273 preguntas disponibles (119 nivel fácil, 101 nivel medio, 53 nivel difícil).

Sin darse cuenta y de manera lúdica, el estudiante aprende a responder preguntas de examen, lo que sin duda potenciará sus calificaciones en los exámenes reales.



Figura 68 - JuegoActivity (Land)

8. Conclusiones

Para finalizar el trabajo realizado se presenta un breve resumen con las contribuciones más importantes y las futuras líneas de trabajo.

8.1 Contribuciones

Este trabajo de fin de grado surge de la necesidad de dar a conocer los trabajos de excavación de la tumba tebana 209 en Luxor, mediante la divulgación de material audiovisual en historia y arqueología.

Para solventar este problema, se ha diseñado una construcción 3D virtual de los restos de la tumba tebana encontrados hasta la fecha y se ha implementado una herramienta didáctica denominada “TT-209”, que siguiendo la metodología m-learning, permite a los alumnos aprender contenidos relacionados con la tumba.

De esta manera, los profesores del Departamento de Historia Antigua de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) pueden añadir a sus enseñanzas material audiovisual que ayude a mejorar la atención y aprendizaje de sus alumnos, en definitiva a enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sin dejar de lado la experiencia de una visita real a la tumba, la aplicación acerca a los alumnos una tumba situada a más de 3700 kilómetros de distancia, en un intento de evitar los problemas económicos y burocráticos que ocasionaría un posible traslado de los estudiantes al lugar.

8.2 Trabajo futuro

La primera campaña de excavación de la tumba tuvo lugar en julio de 2012. La segunda estaba prevista para verano de 2013, pero tuvo que ser retrasada por la inestabilidad política del país, realizándose a finales de diciembre. La tercera se desarrolló entre abril y junio de 2014. Se pensaba que los trabajos de la cuarta campaña se realizarían en fechas similares a la tercera, sin embargo problemas con los permisos de la excavación propiciados por un cambio de gobierno han retrasado la fecha de inicio de los trabajos, que se prevé que se realicen a partir de julio de 2015.

Este retraso no esperado ha afectado la realización de este trabajo de fin de grado, ya que la primera campaña se limitó a situar en el mapa el lugar de la tumba y el material obtenido de las dos siguientes campañas era algo escaso. Una vez acondicionada la tumba gracias a los trabajos anteriores, se pensó que la cuarta campaña sería la más productiva hasta el momento y aportaría más información para el desarrollo de este trabajo de fin de grado, aun más cuando la tercera campaña dejó entrever la existencia de nuevas estancias de las que no se tenía conocimiento.



Si bien los resultados obtenidos en este trabajo se consideran satisfactorios, atendiendo a los datos disponibles en este momento, es evidente que los resultados obtenidos en la cuarta campaña marcarán la futura línea de trabajo, pues hasta ahora solo se ha logrado acceder a tres estancias de la tumba (el patio exterior, la sala transversal y la sala de los pilares).

Es importante destacar que la aplicación ha tenido en cuenta este percance, es decir, la información podrá ser actualizada por los profesores cuando hayan finalizado el proceso de investigación de esta campaña y de las sucesivas si las hubiera.

Como ha quedado reflejado a lo largo del presente documento, la aplicación actual es totalmente operativa y se podría utilizar en la actualidad, puesto que el trabajo de implementación está ya realizado. Sin embargo, se prevé su utilización de cara al próximo curso 2015-2016, cuando se haya introducido la información de la cuarta campaña y el material sea suficiente para realizar la enseñanza.

Las futuras modificaciones deberían ir enfocadas a la actualización del diseño gráfico 3D de la tumba para registrar las nuevas estancias encontradas y a perfeccionar las ya diseñadas con nuevos detalles. Las secciones que utilizan materia audiovisual tendrán mayor interés docente para los alumnos, ya que podrán aportar nuevos datos sobre las investigaciones y mejorar la calidad de las enseñanzas. También deberá ser modificada la información que el estudiante puede visualizar en las estancias durante su visita virtual.

Las líneas de actualización planteadas hasta el momento, responden a la necesidad de incluir los datos de los futuros estudios que se realicen. Sin embargo, una vez que la herramienta comience a funcionar entre los alumnos de historia y sean escuchadas sus valoraciones, se prevé la necesidad de realizar otras implementaciones que cubran nuevos requerimientos y ayuden a mejorar la experiencia de los alumnos con la aplicación.

Así mismo, se necesitaría realizar tareas de mantenimiento sobre el código ya implementado, debido a que las continuas actualizaciones del sistema operativo Android podrían acarrear algún tipo de conflicto.

Referencias

- [1] «Necesidades educativas especiales,» [En línea]. Available: <http://needucativas.galeon.com/Paginas/sabemos.htm>.
- [2] G. Salomon, D. N. Perkins y T. Globerso, «Coparticipando en el conocimiento: la ampliación de la inteligencia humana con las tecnologías inteligentes (Comunicación, lenguaje y educación),» 1992. [En línea]. Available: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/126248.pdf>.
- [3] «Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía,» [En línea]. Available: http://www.edukanda.es/mediatecaweb/data/zip/1308/page_presentacion.htm.
- [4] C. Europea, «Plan de acción e-Learning: concebir la educación del futuro,» Bruselas, 28/3/2001. [En línea]. Available: <http://www.guiafc.com/documentos/2001-COM-172.pdf>.
- [5] M. Turoff, «International Conference on Computer Assisted Instruction (National Chiao Tung University, Taiwan),» [En línea]. Available: <https://web.njit.edu/~turoff/Papers/DesigningVirtualClassroom.html>.
- [6] M. Area Moreira y J. Adell Segura, «e-Learning: Enseñar y Aprender en Espacios Virtuales,» [En línea]. Available: <http://tecedu.webs.ull.es/textos/eLearning.pdf>.
- [7] «Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO),» [En línea]. Available: <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed/publications/>.
- [8] A. J. M. Guerrero, «Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF),» [En línea]. Available: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1026-movil-learning>.
- [9] «Blog corporativo de Telefónica,» [En línea]. Available: <http://blogthinkbig.com/dynabook/>.
- [10] T. y. C. Isea con colaboracion del Ministerio de Industria, «Isea,» [En línea]. Available: http://www.iseamcc.net/eISEA/Vigilancia_tecnologica/informe_4.pdf.
- [11] «Confederacion Estatal de Personas Sordas (CNSE),» [En línea]. Available: <http://www.fundacioncnse.org/>.
- [12] F. CNSE, «Google Play,» [En línea]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=tresandroides.tecuento>.
- [13] «Classcraft,» [En línea]. Available: <http://www.classcraft.com/es/>.
- [14] R. J. B. (CSIC), «Google Play,» [En línea]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mo2o.csic.botanic&hl=es>.
- [15] «Museo del Louvre,» [En línea]. Available: <http://www.louvre.fr/application-mobile>.
- [16] «Museo del Prado,» [En línea]. Available: <https://www.museodelprado.es/app/guia-del-prado/>.



- [17] «Museo del Prado - Second Canvas,» [En línea]. Available: <https://www.museodelprado.es/app/secondcanvasprado/>.
- [18] «Museo Estatal del Hermitage,» [En línea]. Available: http://www.hermitageapp.com/e_press.html.
- [19] «Palacio de Versailles,» [En línea]. Available: <http://www.versailles3d.com/en/the-versailles-3d-projects/the-3d-scale-models-for-mobiles.html>.
- [20] «Fundacion Telefonica,» [En línea]. Available: http://www.fundaciontelefonica.com/arte_cultura/sociedad-de-la-informacion/informe-sociedad-de-la-informacion-en-espana-2014/.
- [21] «Deloitte,» [En línea]. Available: <http://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/consumo-medios-espana.html>.
- [22] «Wikipedia - SO movil,» [En línea]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_operating_system.
- [23] «kantarworldpanel,» [En línea]. Available: <http://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share/>.
- [24] «Android Developer,» [En línea]. Available: https://developer.android.com/about/dashboards/index.html?utm_source=suzunone.
- [25] «Sketchup,» [En línea]. Available: <http://www.sketchup.com/es>.
- [26] «Blender,» [En línea]. Available: <https://www.blender.org>.
- [27] «V-ray,» [En línea]. Available: <http://www.v-ray.com/>.
- [28] «Adobe,» [En línea]. Available: <http://www.adobe.com/es/products/photoshop.html>.
- [29] «Microsoft,» [En línea]. Available: <http://windows.microsoft.com/es-es/windows7/products/features/movie-maker>.
- [30] «Ninja Mock,» [En línea]. Available: <http://ninjamock.com/>.
- [31] «Eclipse,» [En línea]. Available: <https://eclipse.org/ide/>.
- [32] «Android Developer SDK,» [En línea]. Available: <http://developer.android.com/tools/sdk/tools-notes.html>.
- [33] «PgAdmin,» [En línea]. Available: <http://www.pgadmin.org/>.
- [34] «SQL Maestro,» [En línea]. Available: <https://www.sqlmaestro.com/>.
- [35] «Android Developer support-v4,» [En línea]. Available: <http://developer.android.com/tools/support-library/features.html#v4>.
- [36] «Android Developer v7-appcompat,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/tools/support-library/features.html#v7-appcompat>.
- [37] «Google Developers - Google Play Services,» [En línea]. Available: <https://developers.google.com/android/guides/setup>.
- [38] «Google Developers Maps API,» [En línea]. Available: <https://developers.google.com/maps/documentation/android/intro>.
- [39] «Google Developers Console,» [En línea]. Available: <https://console.developers.google.com/project>.

- [40] «Android Developer AsyncTask,» [En línea]. Available: <http://developer.android.com/reference/android/os/AsyncTask.html>.
- [41] «Android Developer Preferences,» [En línea]. Available: <http://developer.android.com/reference/android/content/SharedPreferences.html>.
- [42] «Android Developer- Diseño para pantallas múltiples,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/training/best-ui.html>.
- [43] «Proyecto Dos Cero Nueve,» [En línea]. Available: <http://proyectodosceronueve.weebly.com/tt-209.html>.
- [44] A. Forssmann, «National Geographic España,» [En línea]. Available: http://www.nationalgeographic.com.es/articulo/historia/actualidad/9346/redescubren_una_tumba_dinastia_xxv_luxor.html.
- [45] W.-M. Lee, Beginning Android 4 application development, John Wiley & Sons., 2012.



Anexo A: Tumba tebana 209

La información que se presenta a continuación ha sido recogida de la página oficial del “Proyecto Dos Cero Nueve” [43] y pretende ser una ampliación informativa de los trabajos de excavación realizados por el equipo arqueológico de la Universidad de La Laguna, a los que se hace referencia en el trabajo de fin de grado.

Tumba 209

La TT (tumba tebana) 209 es una tumba del Periodo Tardío situada en la Orilla Occidental de Luxor, Egipto. Fue construida en el wadi que delimita por el norte el sector de la necrópolis tebana conocido por los arqueólogos como Asasif Sur. Este nombre le fue dado por R. Lepsius en la década de 1840; en realidad, los habitantes de Gurna le daban otros diferentes mientras vivían allí pues, como es bien conocido, fueron expulsados de la zona entre 2007 y 2008: Khatasum era la denominación del propio wadi, Hurubat el nombre genérico del conjunto de aldeas que se encontraba en la zona sureste de la colina de Sheykh Abd el-Gurna y Nag’ al-Rasayla era el nombre específico de la gran mansión y sus dependencias aledañas que se encontraba al sur del wadi. Esta recibe el nombre por la familia de los Abd el-Rasul que la habitaban desde fines del s. XIX.

No se ha reconocido, por ahora, ninguna noticia del monumento en narraciones de viajeros o en las obras de los primeros egiptólogos del siglo XIX. La primera referencia conocida a la tumba es la noticia de los primeros trabajos de excavación realizados por R. Mond a comienzos del s. XX y que quedaron inéditos: nunca se publicaron los resultados salvo alguna referencia muy breve.

La ubicación en un wadi no es algo habitual. Uno de los objetivos del proyecto es, precisamente, explotar esa situación para estudiar cuestiones ligadas al paisaje ritual de la región. Tumbas de una cronología algo anterior, de las dinastías XXI y XXII, fueron excavadas por un equipo alemán en la década de 1920 más abajo en el wadi, en torno a la zona de unión de este con el Ramesseum. En consecuencia, la TT 209 parece prolongar hacia el interior del desierto un uso más antiguo del wadi como necrópolis.

La información disponible sobre la TT 209 cuando se inició nuestro proyecto era muy escasa. La carencia más significativa era la del nombre de su propietario, pues se atribuía a un tal Seremhatrekhyt. Sin embargo, entonces ya sabíamos que este término es un título administrativo y, por tanto, ése era el cargo de quien encargó excavar la tumba, pero no su nombre propio. Durante nuestra segunda campaña de excavaciones identificamos una inscripción en la que se le denomina njs-m-r(3), Nisemro, un nombre que ha sido confirmado por otros textos aparecidos después.

En cuanto a la cronología de la tumba, la bibliografía atribuía su construcción a alguien que habría vivido bajo la Dinastía saíta. Sin embargo, no se daba una explicación satisfactoria a esta fecha. Por su ubicación, nosotros propusimos, al iniciar el proyecto, que había que tener en cuenta también la posibilidad de que pudiera ser de



los últimos momentos de la denominada Dinastía XXIIA tebana o inicios de su sucesora, la XXV (en torno al s. VIII a.e.). Las inscripciones halladas y, sobre todo, un relieve del propietario, han confirmado esa posibilidad y hoy no hay duda de que su propietario era de origen nubio y que la tumba debe fecharse en la Dinastía XXV.

Objetivos generales del proyecto dos cero nueve

La experiencia investigadora de los integrantes del grupo condujo a que emprendiésemos un proyecto que se centrara en el Periodo Tardío de la civilización egipcia, preferentemente en torno a las dinastías XXV –kushita– y XXVI –saita–. Su ubicación en Luxor resultó más accidental. En los años previos al inicio del proyecto ya habíamos trabajado en la necrópolis de esta ciudad que es, al mismo tiempo, el lugar del Alto Egipto con un mayor número de testimonios de la cronología buscada. Iniciar un proyecto en torno a un yacimiento tebano se convirtió en la prolongación evidente de nuestros trabajos de investigación precedentes.

La elección de la TT 209 se debe a que a través de ella se puede iniciar un proyecto multidisciplinar en el que combinar un alto número de intereses e investigadores. Las razones están, así, relacionadas con problemas históricos surgidos al hilo de la investigación reciente sobre la Tebas tardía, problemas surgidos en torno a la cronología de las tumbas templo del Asasif Sur, la titulación del propietario de la TT 209, la arquitectura de ésta o su emplazamiento:

- **Razones históricas:** la TT 209 se ubica en el lado norte del uady que separa las laderas de Hurubat y Rasailya. Las tumbas ubicadas en el lado meridional se construyeron para altos dignatarios de las dinastías XXV (Karabasken y Karakhamani) y XXVI (Irtieru y Ankhefendjehuty, además de la reutilización de las dos anteriores). El equipo que excava este grupo de monumentos, el South Asasif Conservation Project, ha propuesto que las dos primeras son las más antiguas construidas en Tebas por los funcionarios ligados a la dinastía kushita, lo que ha provocado un debate sobre el orden de construcción de las tumbas templo tebanas. Uno de nuestros objetivos es ubicar la TT 209 en esa secuencia constructiva y, por extensión, de altos cargos tebanos (véase el apartado dedicado a la cronología de la tumba).
- **Razones prosopográficas:** la tumba se atribuye a un personaje a quien se denomina Seremhatrekhyt. Este término es, en realidad, un título administrativo documentado desde el Reino Medio. En el Periodo Tardío fue detentado por algunos de los más altos dignatarios de la corte kushita y saíta de las Esposas de Amón en Tebas. Con el estudio de la TT 209 intentamos encontrar a otro individuo que ocupó este cargo poco conocido –aparentemente manifestándolo de forma muy significativa, pues es la parte de su titulación que ha sido identificada con más facilidad–. Pretendemos así analizar cómo se integra en la titulación de este nuevo personaje y por comparación, aportar datos para su análisis en los demás funcionarios que lo desempeñaron. El estudio de la tumba supone, al mismo tiempo, la oportunidad para intentar identificar el verdadero nombre de su propietario.

- **Razones arquitectónicas:** en principio, difiere de la planta típica de las tumbas templo tardías. Por esta razón era importante, primero, completar la información planimétrica publicada y, por otra, comprobar la posible existencia de algún tipo de superestructura. Además, por su ubicación dentro de un uadi, se hacía urgente documentarla mejor antes de que se cubriera definitivamente y quedase muy desfigurada por las riadas periódicas.
- **Análisis de la integración de la tumba en su entorno natural, social y religioso** (tanto cultural como funerario). Pretendemos aplicar los postulados de la Arqueología del paisaje y entender, primero, por qué se ubicó en un uady y qué información paleoambiental nos puede proporcionar su excavación; en segundo lugar, analizar cómo se integraba en una zona de posible significado religioso, pues se emplaza bajo una explanada que ha sido interpretada como la calzada hacia una tumba real inacabada del Reino Medio, la de Amenemhat I (según Do. Arnold) si es que alguna vez esta vía estuvo en uso o lo estuvo coetáneamente a la construcción de la TT 209; por último, cómo se relaciona esta con la necrópolis de sacerdotes y dignatarios de las dinastías XXII y XXIII que cubrió la parte occidental del Ramesseum.

Por el momento hemos desarrollado tres campañas de excavación. La primera tuvo lugar en julio de 2012. La segunda estaba prevista para el verano de 2013, pero hubo de ser retrasada por la inestabilidad política en el país; finalmente se hizo desde finales de diciembre de ese mismo año y se prolongó durante un mes. La tercera se ha desarrollado entre el 30 de abril y el 9 de junio de 2014.

Trabajos en la TT 209 anteriores al proyecto dos cero nueve

No se ha reconocido, por ahora, ninguna noticia del monumento en narraciones de viajeros antiguos o en las obras de los primeros egiptólogos del siglo XIX.

La primera referencia que permite saber que la tumba había sido identificada está en un artículo de Robert L. Mond quien en su primera estancia en Egipto trabajó en varios lugares de la orilla occidental en Luxor. No le dedica más que un párrafo en el que señala que en 1902 había excavado dos pozos funerarios que había encontrado vacíos y que en el invierno de 1903/1904 había recogido una mesa de ofrendas y varias figurillas funerarias de un hombre llamado Padiamon. La mesa está representada en un dibujo muy esquemático que permite saber que apareció en lo que hoy identificamos como la Sala transversal, de donde deducimos que se ocupó de ella en esa segunda campaña. La presencia de figurillas con el nombre mencionado no es concluyente, pues al no haberse encontrado, aparentemente, en los pozos, puede tratarse de una ocupación posterior o no pertenecer al propietario principal. Quizás esto es lo que condujo a R.L. Mond a no identificar la tumba más que como la que se encuentra "cerca de la casa de los Abd el-Rasul".

Pocos años después, Alan Gardiner y Arthur Weigall entraron de nuevo en el hipogeo. Sin embargo, nada ha sido publicado de sus actividades en él. Podemos asumir que realizaron algún tipo de trabajo epigráfico, pues en su catálogo de las tumbas



privadas de Tebas dan un nombre para el propietario: Hatashemro. No dan indicaciones de dónde lo leyeron ni otra información adicional.

Algunas décadas después, Alexandre Stoppelaere retomó las actividades en la tumba (¿o sólo recogió en El Cairo la información obtenida previamente por A. Gardiner y A. Weigall?) y dibujó un plano completo de las salas interiores en el que también se señala la ubicación precisa de las inscripciones en que se lee el nombre del propietario. Proporcionó esta información a B. Porter y R. Moss que la incluyeron en su *Topographical Bibliography*.

Tras ellos, solo tenemos noticia de la entrada en la tumba de Diethelm Eigner. En su libro, fundamental para conocer el desarrollo de las tumbas monumentales tebanas del Periodo Tardío, hace una brevísima descripción de lo que pudo reconocer y, sobre todo, proporciona el plano más detallado hasta el momento del hipogeo. La planta y la sección que publicó son la base inicial de nuestro trabajo. No da ninguna información sobre textos, relieves u otros detalles que no sean los puramente arquitectónicos; sin embargo, esto es algo bastante habitual en sus descripciones de las tumbas-templo en su obra, por lo que no podemos sacar ninguna conclusión de este silencio.

Presentaciones públicas:

Miguel Ángel Molinero Polo y M^a Covadonga Sevilla Cueva: “Proyecto dos cero nueve. Objetivos y primeros resultados epigráficos de la Misión Arqueológica de la Universidad de La Laguna en la TT 209, Luxor, Egipto”, en el V Congreso Ibérico de Egiptología / V Congresso Ibérico de Egiptologia, Cuenca, 9-12 de marzo de 2015, Universidad de Castilla la Mancha, campus de Cuenca.

Cristo M. Hernández Gómez, Zulema Barahona Mendieta y Miguel Ángel Molinero Polo: “Proyecto dos cero nueve. Materiales líticos y cerámicos y su presencia en los procesos de formación del yacimiento”, en el V Congreso Ibérico de Egiptología / V Congresso Ibérico de Egiptologia, Cuenca, 9-12 de marzo de 2015, Universidad de Castilla la Mancha, campus de Cuenca.

Miguel Ángel Molinero Polo y Fernando Díaz-Librero Guerra: “Riadas y arrastre. Problemas de conservación de una tumba en un uady”, *Conservación y restauración de Misiones Arqueológicas españolas en Egipto*, CSIC, Madrid, 26-28 de junio de 2013.

Miguel Ángel Molinero Polo y Covadonga Sevilla Cueva: “Proyecto dos cero nueve. Objetivos y primeros trabajos en la TT 209 (Asasif Sur, Luxor)”, Primer seminario internacional de Arqueología egipcia, Universidad Autónoma de Madrid, 24-27 de mayo de 2013.

Anexo B: Art. National Geographic

La información que se presenta a continuación ha sido recogida de un artículo de historia procedente de la revista de divulgación National Geographic [44].

Redescubren una tumba de la dinastía XXV en Luxor

Un equipo de la Universidad de La Laguna ha identificado al propietario de la Tumba Tebana 209, ha consolidado algunas de sus estructuras y ha hallado una puerta secreta.

Por **Alec Forssmann**

Un equipo arqueológico dirigido por Miguel Ángel Molinero, de la Universidad de La Laguna (ULL), ubicada en Tenerife, ha redescubierto una tumba de la dinastía XXV en Luxor y ha identificado a su propietario, un tal Nisemro, quien vivió alrededor del año 700 a.C. Se trata de la primera generación de conquistadores nubios, quienes venían a ser los antiguos vasallos del Imperio egipcio. Es por tanto la primera población extranjera que conquista a los egipcios, afirma Molinero en un comunicado de la ULL. La Tumba Tebana 209 (TT209), que así es como se la conoce, contiene imitaciones de los relieves esculpidos 1.500 años antes. No hay elementos claramente nubios, pues en ese momento las tumbas de este reino, especialmente las reales, imitaban la arquitectura egipcia; era una forma de legitimar el poder nubio, explica Molinero a *Historia National Geographic*.

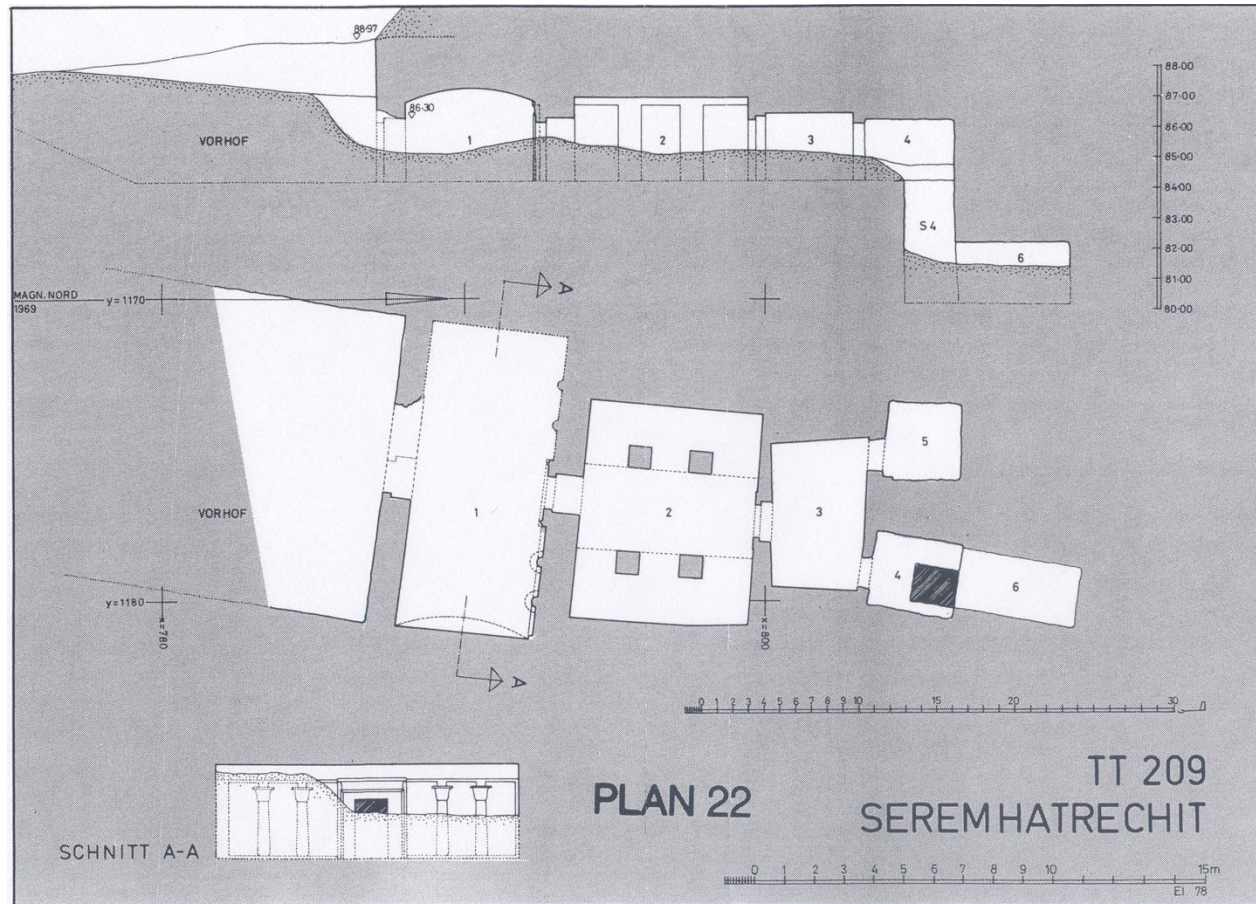
En 1902, Robert Mond, un químico y arqueólogo británico, fue el primer occidental conocido que entró en las cámaras subterráneas de la TT209. En los años setenta, el austríaco Diethelm Eigner trazó el que hasta ahora ha sido el único plano fiable del interior de la tumba, que ya estaba muy cubierta de depósitos. La tumba está construida sobre un wadi, un barranco seco que sólo lleva agua cuando llueve en el desierto. Tras los trabajos realizados por estos investigadores, las riadas y la acumulación de basura caída desde las aldeas de Gurna fueron colmatando el patio hasta que dejó de ser visible desde el exterior, cuenta Molinero. En 2007, el gobierno egipcio emprendió la demolición de las casas de Gurna y el área en el que se encontraba el yacimiento se llenó de escombros y se perdieron las referencias topográficas del terreno. En el verano de 2012, durante la primera campaña arqueológica, el equipo de la ULL tuvo que superar este escollo. Pedimos un permiso para realizar una pequeña excavación en una zona del wadi que dejaba entrever la existencia de un corte amplio en la roca. Por fortuna, la deducción fue justa y al tercer día ya veíamos la esquina noroeste del patio excavada en la roca madre, confirmando así el emplazamiento, añade.

La tumba es más grande y compleja de lo previsto, con cámaras laterales en el interior y edificios de culto en el exterior, asegura Molinero. Durante la tercera misión, finalizada este año, se ha podido identificar a su propietario gracias a un relieve en el



que aparece su figura, provista de un tocado específicamente nubio. Por otro lado, se han descubierto depósitos de momificación, trozos de grandes vasijas y restos de plantas, además de bolsas de sal para secar los cuerpos, algunos recipientes y material de la época bizantina, de lo que se desprende que la tumba fue utilizada en época medieval. La fachada y la escalera de acceso se han consolidado recientemente y se ha excavado la primera de las cámaras subterráneas, donde ya se ha descubierto una puerta desconocida que conduce a salas de las que no se tenía ninguna noticia previa. La apertura de esta puerta, ahora sellada y tras la que se intuye un espacio con varios metros de profundidad, constituirá el objetivo de la próxima campaña arqueológica, que se podrá seguir a través de la página web del Proyecto Dos Cero Nueve.

Anexo C: Plano tumba tebana 209



Este plano de la tumba tebana 209 fue trazado por el austriaco Diethelm Eigner en los años setenta y es utilizado en la actualidad por el equipo arqueológico para guiar los trabajos de excavación.

A servido como base para la creación del diseño 3D de la tumba utilizado en la visita virtual.

Figura 69 - Plano de la tumba 209

Anexo D: Código de interés

AsyncTask

La mayoría de las clases implementadas realizan comunicaciones con el servidor para obtener la información que presentan o gestionan, siendo esta actividad una de las más importantes para el funcionamiento de la aplicación.

Para evitar bloqueos o una ejecución lenta de la aplicación las clases extienden de AsyncTask [40] que permite realizar tareas asíncronas para que las costosas y lentas consultas realizadas al servidor se lleven a cabo en segundo plano.

A continuación, se presenta un extracto de código para entender mejor su utilización dentro del proyecto desarrollado.

src/EventoVisualizacionActivity.java

```
/**
 * Clase que gestiona en segundo plano la visualizacion de eventos
 * @author Yolanda Diaz Ramos
 */
public class VisualizarEvento2 extends AsyncTask<String, String, String> {

    /**
     * Atributos de la clase VisualizarEvento2
     */
    private ProgressDialog msgProceso;
    private String titulo;
    private String ubicacion;
    private String fecha;
    private String descripcion;
    private String latitud;
    private String longitud;

    /**
     * Muestra en la interfaz información sobre el proceso
     */
    @Override
    protected void onPreExecute(){
        msgProceso = new ProgressDialog(EventoVisualizacionActivity.this);
        msgProceso.setMessage(getResources().getString(R.string.msg_cargando));
        msgProceso.setCancelable(false);
        msgProceso.show();
    }

    /**
     * Realización de la tarea en segundo plano
     */
    @Override
    protected String doInBackground(String... params) {

        latitud = params[0];
        longitud = params[1];
        Boolean resultado = validaFormulario(latitud, longitud);
    }
}
```

```

        if(resultado)
            return FORM_OK;
        else
            return FORM_ERROR;
    }

    /**
     * Muestra en la interfaz los resultados del proceso
     */
    @Override
    protected void onPostExecute(String result) {

        msgProceso.dismiss();

        if(result.compareTo(FORM_OK) == 0){
            tituloet.setText(titulo);
            ubicacionet.setText(ubicacion);
            fechaet.setText(fecha);
            descripcionet.setText(descripcion);
        }else{
            String msn =
URL1);
getResources().getString(R.string.eventoVisualizacionActivity_msg_visualizacion);
            visualizaMensaje(msn);
        }
    }

    /**
     * Metodo para validar la obtencion del evento
     * @param lat latitud del evento
     * @param longi longitud del evento
     * @return true -> se obtuvo correctamente/false -> se obtuvo incorrectamente*/
    public boolean validaFormulario (String lat, String longi){

        /* realizacion de la consulta y obtencion de respuesta*/
        String respuesta = post.peticionPOST(getArrayParametros(lat, longi),

        JSONArray jdatos = null;
        boolean resultado = false;

        try {
            jdatos = new JSONArray(respuesta);
        } catch (JSONException e) {
            e.printStackTrace();
        }

        if((jdatos != null) && (jdatos.length() > 0)){
            try {
                JSONObject resp = (JSONObject) jdatos.get(0);
                titulo = resp.getString("titulo");
                String lats = resp.getString("latitud");
                String lon = resp.getString("longitud");
                ubicacion = "Lat:" + lats + ", Long:" + lon;
                fecha = resp.getString("fecha");
                descripcion = resp.getString("descripcion");
                resultado = true;

            } catch (JSONException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }else
            resultado = false;

        return resultado;
    }
}

```

Preferencias

Durante la implementación del código ha sido necesario el uso de las preferencias o SharedPreferences [41], un mecanismo con el que se consigue almacenar información en forma de par clave/valor. De esta manera, se guardan preferencias para que puedan ser obtenidas desde cualquiera de las actividades de la aplicación.

A continuación, se presenta un pequeño fragmento de código para entender mejor su utilización dentro del proyecto desarrollado.

src/Preferencias.java

```
/**
 * Clase para la gestión de las preferencias de la aplicación
 * @author Yolanda Diaz Ramos
 */
public class Preferencias {

    /**
     * Definición de constantes para las preferencias
     */

    public final static String SERVER_KEY = "server";
    public final static String SERVER_DEFAULT = "sacha.ii.uam.es";

    public final static String URL_KEY = "url";
    public final static String URL_DEFAULT = "/proyecto_209/";

    public final static String USER_NAME_KEY = "username";
    public final static String USER_NAME_DEFAULT = "unspecified";
    public final static String USER_NAME_ADMIN = "admin";

    public final static String USER_PASS_KEY = "userpassword";
    public final static String USER_PASS_DEFAULT = "unspecified";

    public final static String VIDEO_NAME_KEY = "namevideo";
    public final static String VIDEO_NAME_DEFAULT = "unspecified";

    public final static String MAPA_TIPO_KEY = "tipomapa";
    public final static int MAPA_TIPO_DEFAULT = -1;

    public final static String MAPA_LATPOS_KEY = "latmapa";
    public final static double MAPA_LATPOS_DEFAULT = 10.718214988708496;

    public final static String MAPA_LONGPOS_KEY = "longmapa";
    public final static double MAPA_LONGPOS_DEFAULT = 6.796855926513672;

    public final static String MAPA_ZOOM_KEY = "zoommapa";
    public final static float MAPA_ZOOM_DEFAULT = 2.0f;

    public final static String MUSICA_KEY = "musica";
    public final static boolean MUSICA_DEFAULT = true;

    public final static String MUSICA_POS_KEY = "posmusica";
    public final static int MUSICA_POS_DEFAULT = 0;
}
```

(Continuación de constantes de preferencias)

```

/**
 * Metodo para definir la ip del servidor en las preferencias
 * @param context contexto
 * @param ip del servidor
 */
public static void setServer(Context context, String server){
    SharedPreferences sharedPreferences = PreferenceManager
        .getDefaultSharedPreferences(context);
    SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();
    editor.putString(Preferencias.SERVER_KEY, server);
    editor.commit();
}
/**
 * Metodo para obtener la ip del servidor de las preferencias
 * @param context contexto
 * @return ip del servidor
 */
public static String getServer(Context context){
    return PreferenceManager.getDefaultSharedPreferences(context).
        getString(Preferencias.SERVER_KEY,SERVER_DEFAULT);
}
/**
 * Metodo para definir la url en las preferencias
 * @param context contexto
 * @param url
 */
public static void setURL(Context context, String url){
    SharedPreferences sharedPreferences = PreferenceManager
        .getDefaultSharedPreferences(context);
    SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();
    editor.putString(Preferencias.URL_KEY, url);
    editor.commit();
}
/**
 * Metodo para obtener la url del servidor de las preferencias
 * @param context contexto
 * @return ip del servidor
 */
public static String getURL(Context context){
    return "http://" +
PreferenceManager.getDefaultSharedPreferences(context)
        .getString(Preferencias.SERVER_KEY, SERVER_DEFAULT) +
PreferenceManager.getDefaultSharedPreferences(context)
        .getString(Preferencias.URL_KEY, URL_DEFAULT);
}
/**
 * Metodo para obtener el nombre del usuario de las preferencias
 * @param context contexto
 * @return nombre del usuario
 */
public static String getUsuarioNombre(Context context){
    return PreferenceManager.getDefaultSharedPreferences(context)
        .getString(USER_NAME_KEY, USER_NAME_DEFAULT);
}

```

(Continuación de los correspondientes getters y setters)

Menús

Algunas de las actividades que constituyen la aplicación llevan asociado un menú de opciones que permite navegar a otras actividades si se seleccionan.

La definición del menú se realiza desde un fichero XML situado en la carpeta **menú**, mientras que la tarea que se ejecuta tras la pulsación de la opción se realiza desde el fichero java.

Para entender mejor la implementación de los menús, se presenta un pequeño fragmento de código para el caso del menú de la pantalla principal:

res/menu/menu_principal.java

```
<menu xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android" >
  <item
    android:id="@+id/tumba"
    android:icon="@android:drawable/ic_menu_info_details"
    android:title="@string/menu_principal_tumba"/>
  <item
    android:id="@+id/juego"
    android:icon="@android:drawable/ic_menu_info_details"
    android:title="@string/menu_principal_juego"/>
  <item
    android:id="@+id/contactos"
    android:icon="@android:drawable/ic_menu_info_details"
    android:title="@string/menu_principal_contactos"/>
  <item
    android:id="@+id/refrescar"
    android:icon="@android:drawable/ic_popup_sync"
    android:showAsAction="always"
    android:title="@string/menu_principal_actualizar"/>
</menu>
```

Este fichero permite definir tres ítems (tumba, juego y contactos) visibles cuando el usuario selecciona el botón de menú de su dispositivo y otro ítem (refrescar) visible en la Action Bar situada en la parte superior derecha de la pantalla.

Es necesario definir la tarea a realizar por la aplicación cuando el usuario pulse sobre una de las opciones nombradas antes, para ello se define el siguiente código:

src/PrincipalActivity.java

```
/**
 * Metodo para crear el menu de opciones de la actividad
 */
public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu){
    super.onCreateOptionsMenu(menu);
    MenuInflater inflater = getMenuInflater();
    inflater.inflate(R.menu.menu_principal, menu);
    return true;
}
```

```

/**
 * Metodo para crear las opciones del menu de la actividad
 */
public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
    switch (item.getItemId()) {

        case R.id.refrescar:
            Preferencias.setLatMapa(PrincipalActivity.this,
            mapa.getCameraPosition().target.latitude);
            Preferencias.setLongMapa(PrincipalActivity.this,
            mapa.getCameraPosition().target.longitude);
            Preferencias.setZoom(PrincipalActivity.this, mapa.getCameraPosition().zoom);
            startActivity(new Intent(PrincipalActivity.this, PrincipalActivity.class));
            PrincipalActivity.this.finish();
            return true;

        case R.id.tumba:
            startActivity(new Intent(PrincipalActivity.this, TumbaActivity.class));
            return true;

        case R.id.contactos:
            startActivity(new Intent(PrincipalActivity.this, ContactoActivity.class));
            return true;

        case R.id.juego:
            startActivity(new Intent(PrincipalActivity.this, JuegoNivelActivity.class));
            return true;
    }
    return super.onOptionsItemSelected(item);
}

```

Diálogos

La implementación realizada utiliza diálogos para poder interactuar con el usuario a través de las actividades, de esta manera, puede solicitar una confirmación o mostrar mensajes de alerta o error.

Para entender mejor la implementación de los diálogos, se presenta un pequeño fragmento de código sobre el diálogo que surge cuando el administrador pulsa sobre el mapa para crear un evento sobre la ubicación:

src/AlertDialog.java

```

/**
 * Clase que representa un dialogo de alerta para anadir un evento al mapa
 * @author Yolanda Diaz Ramos
 *
 */
public class AlertDialogEvento extends DialogFragment{
    /**
     * Metodo para crear el dialogo de alerta
     */
    public Dialog onCreateDialog(Bundle savedInstanceState){
        final PrincipalActivity principal = (PrincipalActivity) getActivity();
        AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder(getActivity());
    }
}

```

```

//Definicion de los atributos del dialogo de alerta
builder.setTitle(R.string.alertDialogEvento_titulo);
builder.setMessage(R.string.alertDialogEvento_mensaje);
//Definicion de los botones del dialogo
builder.setNegativeButton(android.R.string.cancel, new
DialogInterface.OnClickListener() {
    public void onClick(DialogInterface dialog, int id) {
        dialog.dismiss();
    }
});

builder.setPositiveButton(android.R.string.ok, new
DialogInterface.OnClickListener() {
    public void onClick(DialogInterface dialog, int id) {
        Intent intent = new Intent(principal,
EventoCreacionActivity.class);
        Bundle bundle = new Bundle();
        bundle.putDouble("LATITUD", principal.latitud);
        bundle.putDouble("LONGITUD", principal.longitud);
        intent.putExtras(bundle);
        startActivity(intent);
        dialog.dismiss();
    }
});
return builder.create();
}
}

```

Este código permite crear el diálogo y definir su título, mensaje y los botones que lo componen, obteniéndose el siguiente diálogo:

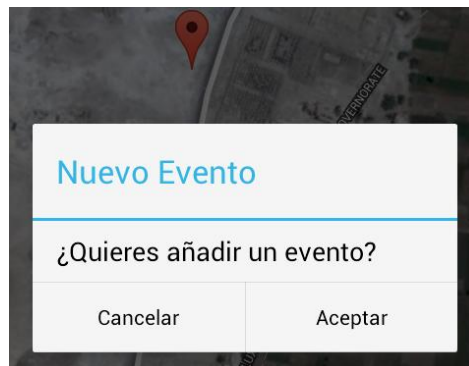


Figura 70 - Diálogo para confirmar la creación de un evento

En este caso, el diálogo permite confirmar si realmente quiere crear un evento, evitando así que el usuario sin querer haya realizado una pulsación demasiado larga durante la interacción con el mapa. El botón de confirmación muestra la pantalla para la creación del evento, mientras que el botón de negación muestra la pantalla principal que está en segundo plano esperando la respuesta del usuario para actuar.

Anexo E: Diagrama E-R

Para este proyecto ha sido necesario gestionar en el servidor una base de datos con sus correspondientes tablas. A continuación, se representan las entidades relevantes del sistema, así como, sus interrelaciones y propiedades:

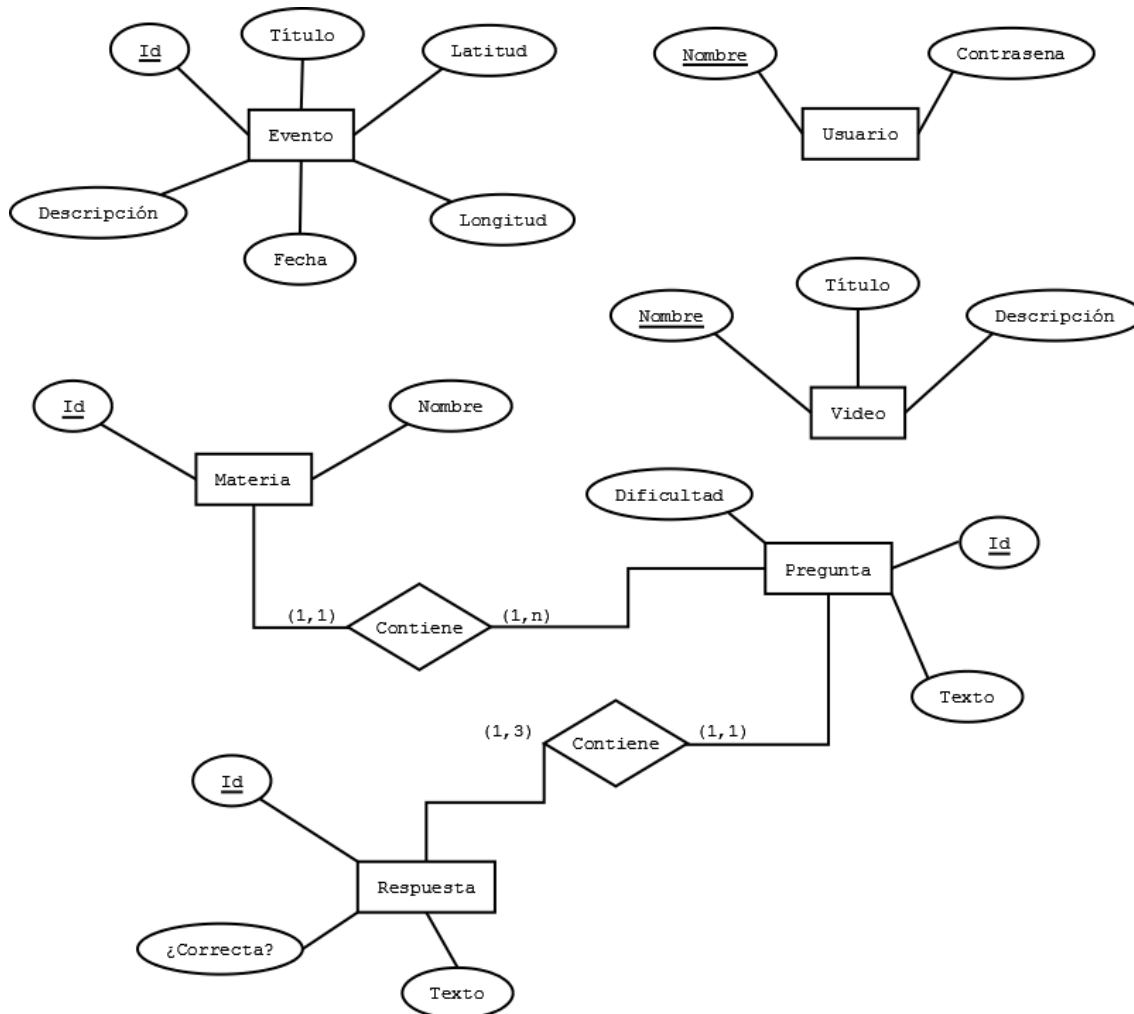


Figura 71 - Diagrama E-R

Anexo F: Pruebas

Se han realizado más de 137 pruebas unitarias y de integración para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación, todas ellas superadas con éxito.

El registro de las pruebas se ha realizado en una tabla donde se indica:

- **Id:** identificador único de cada prueba.
- **Pantalla:** actividad a la cual se realiza la prueba.
- **Prueba:** breve descripción de la prueba realizada.
- **Resultado:** actuación de la aplicación ante esa prueba.

Nota: según se realizaban estas pruebas se ha comprobado que las operaciones relacionadas con la modificación de información de la base de datos se actualizaba correctamente. Un ejemplo de este caso: la creación, eliminación y modificación de eventos con la correspondiente operación del registro de la tabla eventos del servidor.

Id	Pantalla	Prueba	Resultado
P_01	Inicio	Si se pulsa la pantalla y la conexión a internet esta activa	Aparece la pantalla de login
P_02		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación se cierra
P_03		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La pantalla se visualiza correctamente
P_04		Si se pulsa la pantalla y la conexión a Internet no está activa	Un mensaje de alerta informa de la necesidad de activar la conexión
P_05	AlertDialogConexion	Creación del diálogo	El diálogo se muestra correctamente
P_06		Funcionamiento	Bloquea la interacción hasta que el usuario activa la conexión a Internet
P_07	Login	Creación de la pantalla	El formulario para la autenticación es completo
P_08		Creación de la pantalla	El formulario tiene campos editables
P_09		Si no se introducen los campos de login obligatorios	Mensaje: “Error al introducir los campos”
P_10		Si se introduce un usuario no registrado	Mensaje: “Autenticación incorrecta. Inténtelo de nuevo”

P_11		Si los datos introducidos son correctos	Aparece la pantalla principal
P_12		Si se pulsa el texto “Aun no tienes cuenta? Regístrate!”	Aparece la pantalla de registro
P_13		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación se cierra
P_14		Cuando se envían los datos al pulsar el botón de login	Mensaje: “Autenticando...”
P_15		Cuando el dispositivo cambia de orientación	Los datos escritos se mantienen, no se han borrado.
P_16		Campo contraseña	Clave de contraseña oculta por asteriscos
P_17	Registro	Creación de la pantalla	El formulario para el registro es completo
P_18		Creación de la pantalla	El formulario tiene campos editables
P_19		Si se introduce un nombre de usuario registrado previamente.	Mensaje: “Usuario registrado! Inténtelo de nuevo”
P_20		Si se introduce una contraseña que no coincide con la confirmación	Mensaje: “La contraseña no coincide con la confirmación”
P_21		Si se introducen los datos de registro correctamente	Aparece la pantalla de login
P_22		Si no se introducen los campos de registro obligatorios	Mensaje: “Error al introducir los campos”
P_23		Si se pulsa el texto “Ya estas registrado ? Loguéate!”	Aparece la pantalla de login
P_24		Si se pulsa el botón de retroceder	Se muestra la pantalla de login
P_25		Cuando se envían los datos al pulsar el botón de registro	Mensaje: “Registrando...”
P_26		Cuando el dispositivo cambia de orientación	Los datos escritos se mantienen, no se han borrado.
P_27		Campo contraseña	Clave de contraseña oculta por asteriscos
P_28	Principal	Creación de la pantalla	El mapa se muestra correctamente
P_29		Creación de la pantalla	Los marcadores del mapa creados con anterioridad se muestran correctamente
P_30		Creación de la pantalla	Mensaje: “Cargando...”
P_31		Si se pulsa el botón para cambiar del tipo de mapa	Cambio de mapa normal a satélite y viceversa.
P_32		Si se pulsa el botón de refrescar mapa	Se actualiza el mapa con los nuevos eventos
P_33		Si se pulsa el botón de refrescar mapa	Se mantiene la localización de la cámara
P_34		Cuando el dispositivo cambia de orientación	Se mantiene la localización de la cámara
P_35		Manipulación del mapa (rotación, zoom, desplazamiento...)	Movimientos realizados correctamente

P_36		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación se cierra
P_37		Si se pulsa sobre el botón de menú / barra de opciones	Aparecen las opciones (tumba, juego y contactos)
P_38		Si se pulsa alguna opción del menú	Se visualiza la pantalla correspondiente
P_39		Si se pulsa sobre un marcador	Se visualiza la pantalla de evento
P_40		Pulsación larga para la creación de eventos (usuario normal)	No hay acción
P_41		Pulsación larga para la creación de eventos (admin)	Aparece un diálogo solicitando confirmación
P_42	AlertDialogEvento	Creación del diálogo	El diálogo se muestra correctamente
P_43		Si se pulsa el botón cancelar	Se visualiza la pantalla principal y se mantiene la localización de la cámara
P_44		Si se pulsa el botón aceptar	Se visualizar la pantalla de eventos
P_45	EventoCreacion	Creación de la pantalla	El formulario para la creación del evento se visualiza correctamente
P_46		Creación de la pantalla	El formulario tiene campos editables
P_47		Campo ubicación	Se rellena automáticamente mediante la pulsación del usuario en una posición del mapa
P_48		Si no se introducen los campos obligatorios	Mensaje: "Error al introducir los campos"
P_49		Si se introducen correctamente los datos	Mensaje: "Evento creado!"
P_50		Si se pulsa el botón crear y el evento se crea	El mapa visualiza el nuevo evento
P_51		Cuando el dispositivo cambia de orientación	Los datos escritos se mantienen, no se han borrado.
P_52		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla principal y mantiene la localización de la cámara
P_53		Si se pulsa el botón de retroceder antes de crear evento	El mapa no muestra el evento porque no se creó.
P_54	EventoVisualizacion	Creación de la pantalla	El formulario aparece con los datos del evento
P_55		Creación de la pantalla	El formulario creado tiene campos no editables
P_56		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla principal y mantiene la localización de la cámara
P_57		Si se pulsa sobre el botón de menú / barra de opciones (usuario normal)	No se realiza ninguna acción

P_58		Si se pulsa sobre el botón de menú / barra de opciones (admin)	Aparece la opción (borrar evento)
P_59		Si se pulsa sobre la opción de borrado (admin)	Mensaje: "Evento eliminado!"
P_60		Si se pulsa sobre la opción de borrado (admin)	Aparece la pantalla principal y mantiene la localización de la cámara
P_61		Si se pulsa sobre la opción de borrado	El evento borrado no se visualiza en el mapa
P_62		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La visualización es correcta
P_63	Contacto	Creación de la pantalla	El listado de instituciones se visualiza correctamente.
P_64		Desplazamiento de la lista	La lista se desplaza correctamente y se visualizan sus ítems
P_65		Pulsación de un ítem de la lista	Se abre correctamente el navegador para la visualización del link
P_66		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La lista se visualiza correctamente
P_67		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla principal
P_68	JuegoNivel	Creación de la pantalla	Se muestran los niveles de dificultad correctamente
P_69		Si se pulsa sobre cualquiera de los niveles	Se visualiza la pantalla de juego
P_70		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La visualización es correcta
P_71		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla principal
P_72	Juego	Creación de la pantalla	Se muestra la pregunta y sus tres respuestas correctamente
P_73		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La visualización es correcta y se muestra la misma pregunta y respuestas
P_74		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla de nivel
P_75		Si se pulsa una respuesta incorrecta	Aparece un diálogo de error
P_76		Si se pulsa una respuesta correcta	Aparece un diálogo de confirmación
P_77	AlertDialogJuegoPos	Creación del diálogo	El diálogo se muestra correctamente
P_78		Si se pulsa la opción Salir	La aplicación visualiza la pantalla de nivel
P_79		Si se pulsa la opción otra vez	La aplicación vuelve a la pantalla de juego con una nueva pregunta.

P_80		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla de juego
P_81		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La visualización es correcta
P_82	AlertDialogJuegoNeg	Creación del diálogo	El diálogo se muestra correctamente
P_83		Si se pulsa la opción Salir	La aplicación visualiza la pantalla de nivel
P_84		Si se pulsa la opción reintentar	La aplicación vuelve a la pantalla de juego con la misma pregunta
P_85		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla de juego
P_86		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La visualización es correcta
P_87	Tumba209	Creación de la pantalla	Se muestra la pantalla correctamente
P_88		Desplazamiento de la lista	La lista se desplaza correctamente y se visualiza la descripción de la tumba
P_89		Si se pulsa sobre el botón del video	Se abre la pantalla de video
P_90		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla principal
P_91		Si se pulsa sobre el botón de menú / barra de opciones	Aparecen las opciones de menú (galería y visita virtual)
P_92		Si se pulsa sobre la opción de galería	Aparece la pantalla de galería
P_93		Si se pulsa sobre la opción de visita virtual	Aparece la pantalla de la visita virtual
P_94		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La visualización es correcta
P_95	VideoFull	Creación de la pantalla	Se muestra el video a pantalla completa
P_96		Creación de la pantalla	Mensaje: "Cargando..."
P_97		Orientación de la vista	Es horizontal, la correcta
P_98		Controles del video	Visibles y operativos
P_99		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la de la tumba
P_100	Galeria	Creación de la pantalla	Se muestra la lista de miniaturas correctamente
P_101		Movimiento en la lista	La lista se desplaza correctamente y se visualizan las miniaturas
P_102		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla de la tumba
P_103		Si se selecciona una imagen	Se muestra la pantalla de imagen
P_104		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La visualización de la lista es correcta
P_105	Imagen	Creación de la pantalla	Se muestra la imagen correctamente

P_106		Creación de la pantalla	Mensaje: “Cargando...”
P_107		Cuando el dispositivo cambia de orientación	Se visualiza la misma imagen
P_108		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla de la galería
P_109	VisitaVirtual	Creación de la pantalla	Se muestra la pantalla correctamente
P_110		Creación de la pantalla	Mensaje: “Cargando...”
P_111		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla de la tumba
P_112		Si se pulsa un botón de dirección	La posición de la visita avanza
P_113		Música	La música se reproduce correctamente
P_114		Cambio de pantalla	La música se detiene
P_115		Cambio de pantalla	La estancia de la visita se mantiene
P_116		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La visualización del video es el que corresponde
P_117		Cuando el dispositivo cambia de orientación	La música mantiene el segundo de reproducción
P_118		Si se pulsa el botón de información	Aparece la pantalla de información
P_119		Si se llega al final de la visita	Aparece un diálogo de confirmación
P_120	AlertDialogVisita	Creación del diálogo	El diálogo se muestra correctamente
P_121		Si se selecciona la opción si	La visita se reinicia al comienzo
P_122		Si se selecciona la opción cancelar	Se visualiza la pantalla de la tumba
P_123		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla de la visita
P_124		Cuando el dispositivo cambia de orientación	Se visualiza correctamente
P_125	InfoVisualizacion	Creación de la pantalla	Se muestra el formulario correctamente
P_126		Creación de la pantalla	El formulario creado tiene campos no editables
P_127		Si se pulsa sobre el botón de menú / barra de opciones (admin)	Aparece la opción (editar)
P_128		Si se pulsa sobre la opción de galería (admin)	Aparece la pantalla de actualización de la información
P_129		Si se pulsa sobre el botón de menú / barra de opciones (usuario normal)	No se realiza acción
P_130		Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla de la visita
P_131		Cuando el dispositivo cambia de orientación	Se visualiza el formulario correctamente
P_132	InfoActualizacion	Creación de la pantalla	Se muestra el formulario correctamente

P_133	Creación de la pantalla	El formulario creado tiene campos editables
P_134	Si se pulsa el botón de retroceder	La aplicación vuelve a la pantalla de la visita
P_135	Cuando el dispositivo cambia de orientación	Se visualiza el formulario y mantiene los datos
P_136	Si se pulsa el botón guardar	Aparece la pantalla de la visita
P_137	Si se visualizar la información de nuevo	La información fue actualizada con éxito



