

Experiencias educativas en la programación de apps para los grados de ingeniería en enseñanzas universitarias españolas

María Asunción Vicente¹, César Fernández¹, Alejandro Pomares², Miguel Martínez-Rach² y M. Mar Galotto²

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática¹, Departamento de Física y Arquitectura de Computadores²

Universidad Miguel Hernández^{1,2}

Elche, Alicante; España

[suni, c.fernandez, pomares, mmrach, m.galotto]@umh.es

Abstract—Given the large growth in the number of smartphone users worldwide and the need to create apps for these devices, app programming for smartphones and tablets has become an important ability to any engineering student. Thus, in this article we present the educational activities carried out to ensure all engineering students have basic knowledge about smartphone programming.

Keyword— *mobile devices, android programming, smartphone programming, apps, engineering education, computer science*

Resumen— Dado el gran crecimiento en el número de usuarios de teléfonos inteligentes en todo el mundo y la necesidad de crear aplicaciones para estos dispositivos, la programación de aplicaciones para teléfonos inteligentes y tabletas se ha convertido en una habilidad muy importante para cualquier estudiante de ingeniería. De este modo, en este trabajo presentamos las actividades educativas realizadas en los últimos años, en la Universidad Miguel Hernández, para asegurar que todos los estudiantes de ingeniería dispongan de unos conocimientos básicos sobre la programación de teléfonos inteligentes.

Palabras claves— *dispositivos móviles, programación en Android, aplicaciones móviles, educación, ingeniería, ingeniería industrial*

I. INTRODUCCIÓN

Desde 2016 el número de usuarios de smartphones en todo el planeta ya supera los dos mil millones. En la Fig.1 se pueden consultar los valores para el número de usuarios de smartphones a nivel mundial [1]. Este crecimiento exponencial en el uso de dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas ha desembocado en una nueva era en la historia de la computación. Todo el software que se utilizaba en los ordenadores ha sido trasladado a los dispositivos móviles, así como nuevas aplicaciones con otras funcionalidades específicas que hacen uso de los recursos especiales que disponen los dispositivos móviles frente a los ordenadores tradicionales, esto es mayor conectividad con acceso a internet vía Wi-Fi o con redes 4G, 3G o 2G, cámaras, acelerómetros, GPS, bluetooth, etc. El número de apps disponibles en las dos principales plataformas de descarga (*Google Play* para los dispositivos *Android* y *Apple App Store* para el sistema *iOS*) es ya superior a los 2 millones [2] como se muestra en la Fig. 2.

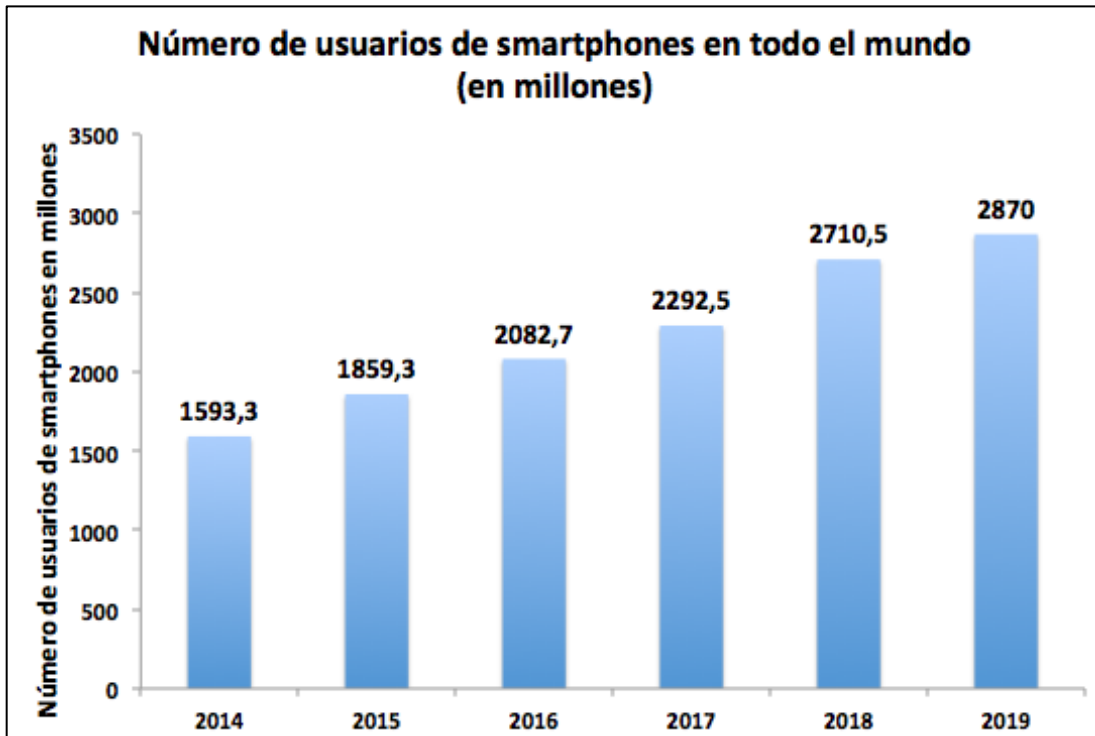


Fig. 1. Número de usuarios de smartphones en todo el mundo con datos reales de 2014-2015, y su predicción para los años siguientes [1].

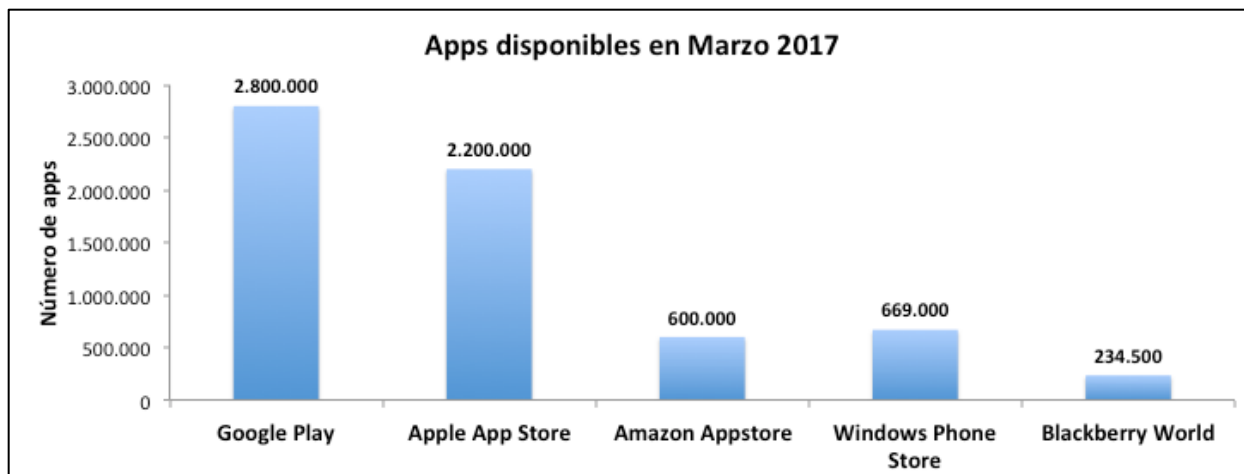


Fig. 2. Número de apps disponibles en las principales plataformas en Marzo de 2017 [2].

Esta nueva tecnología móvil, que evoluciona con gran rapidez, ha producido una demanda considerable de profesionales que sean capaces de diseñar y crear apps. De este modo, en los planes de estudio de los grados de informática y de telecomunicaciones de la mayoría de las universidades de todo el mundo ya se incluye la programación de dispositivos móviles como asignaturas completas o bien como parte de otras asignaturas de programación [3][4]. Sin embargo, en otros grados de ingeniería “menos computacionales” como ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática o

ingeniería mecánica, los planes de estudio oficiales no incluyen la programación de dispositivos móviles como asignaturas dentro de su programa de estudios. Dada la relevancia actual de los dispositivos móviles resulta necesario facilitar que los estudiantes de estas ingenierías también conozcan los fundamentos de programación de estas nuevas plataformas. En este artículo queremos presentar las actividades que se han llevado a cabo en la Escuela Politécnica Superior de Elche (EPSE) [5] de la Universidad Miguel Hernández (UMH) [6] para facilitar que los estudiantes de cualquier ingeniería puedan acceder también a la programación de apps dentro de sus años de formación universitaria.

El presente artículo está estructurado del siguiente modo: el apartado II discute las posibilidades que presentan las diversas plataformas móviles que existen actualmente, sus herramientas de desarrollo y su accesibilidad para los programadores principiantes, el apartado III detalla las características de los cursos de programación de dispositivos móviles planificados y puestos en marcha desde 2012 en la EPSE, el apartado IV expone otras actividades y eventos que pueden realizarse en paralelo con los cursos para aumentar la motivación por el estudio de este tipo de programación y el apartado V presentamos las principales conclusiones de nuestro informe.

II. SISTEMAS OPERATIVOS MÓVILES

Los dos sistemas operativos móviles que dominan el mercado de los smartphones en la actualidad son Android (86,8%) e iOS (12,5%) con casi el 100% de la cuota global [7] (ver la Fig. 3). Evidentemente, este hecho hace que la mayoría de los programadores se especialicen en el desarrollo de apps para estas dos plataformas. Sin embargo, cada una de ellas presenta unas características muy diferentes desde el punto de vista del desarrollador.

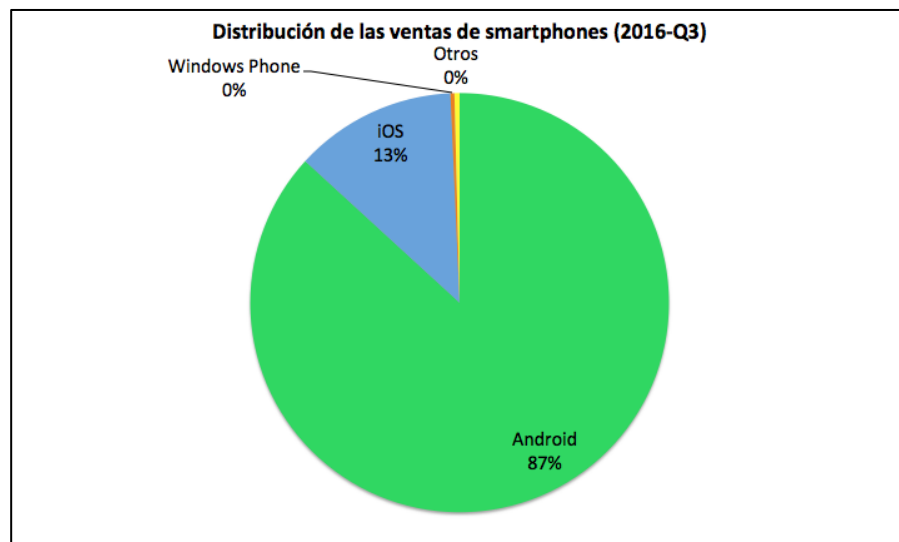


Fig. 3. Distribución de las ventas de smartphones en todo el mundo según su sistema operativo. Datos de 2016-Q3 [7].

El lenguaje idóneo para desarrollar apps para Android es Java [8], puesto que las librerías de desarrollo o *SDK* proporcionadas por *Google* están preparadas para utilizarse directamente desde

proyectos escritos en lenguaje Java haciendo uso del entorno *Android Studio* (o bien, con anterioridad *Eclipse*) [9]. El sistema operativo de los ordenadores utilizados por los programadores de Android puede ser cualquiera donde sea posible instalar una plataforma Java junto con el SDK de Android, aunque principalmente se utilizan los sistemas Windows, Mac OS X y Linux.

Por otro lado, para desarrollar apps para los dispositivos iOS resulta imprescindible utilizar los equipos de Apple junto con sus propias herramientas de desarrollo, en concreto el entorno de programación *Xcode* haciendo uso de los lenguajes ObjectiveC [10] o el más actual, Swift [11], y utilizando sus librerías *COCOA* [12][13].

En ambos sistemas operativos es posible utilizar emuladores para simular el comportamiento de las apps creadas; no obstante, siempre es más idóneo analizar la ejecución de la app sobre un dispositivo real. El desarrollo en Android permite la ejecución de apps en los dispositivos físicos sin necesidad de ser un desarrollador oficial, sin embargo, en iOS es necesario disponer de una cuenta de desarrollador para poder instalar las apps en los smartphones.

El registro como desarrollador Android en Google Play tiene un coste de 25 dólares en un sólo pago, no existe cuota anual. Sin embargo, la licencia de desarrollo para iOS supone una cuota anual de 99 euros en Europa. Por estos motivos, para un programador principiante, como los estudiantes de las ingenierías, la plataforma Android resulta mucho más accesible para iniciarse en la programación de apps.

También es posible crear apps para los dos sistemas Android e iOS utilizando HTML5 [14] y en concreto, existen soluciones de software que facilitan el desarrollo de apps en HTML5 como la archiconocida plataforma PhoneGap [15]. El desarrollo de apps nativo (en su lenguaje natural, Java para Android o Swift para iOS) frente a los lenguajes intermedios como PhoneGap produce apps más optimizadas, sin embargo, el coste del desarrollo es mayor. La principal y más obvia ventaja de PhoneGap es que se puede usar el mismo "código fuente" para las plataformas soportadas por el framework.

Los cursos que hemos desarrollado para los estudiantes de las ingenierías se han enfocado al uso de código nativo, aunque también se han realizado algunos talleres y ponencias para la difusión del uso de plataformas tipo PhoneGap.

III. DESCRIPCIÓN DE LOS CURSOS DE PROGRAMACIÓN DE APPS

Actualmente, en la UMH se imparten cinco grados de ingeniería enumerados en la Tabla I. Cada uno de los grados de ingeniería tiene una duración de 4 cursos académicos y un contenido total de 240 créditos ECTS repartidos entre asignaturas básicas (60cr.), obligatorias (150cr.), optativas (18cr.) y trabajo fin de grado (12cr.).

Todos estos grados de ingeniería contienen en sus planes de estudios varias asignaturas en las que se desarrollan capacidades relacionadas con la programación y la algoritmia, bien de manera directa, porque las asignaturas están enfocadas al aprendizaje de algún lenguaje de programación en concreto (por ejemplo, en la asignatura Fundamentos de Informática –impartida en Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica- se estudia básicamente los principios del lenguaje C) o bien indirectamente, pues aunque el contenido principal de la asignatura es otra materia, el aprendizaje en la programación surge transversalmente (por ejemplo, en la asignatura Teoría de Sistemas –impartida también en Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica- se utiliza *Matlab*).

La Tabla I muestra para cada uno de los grados de ingeniería impartidos en la UMH el número de

asignaturas en cuyos contenidos aparecen conceptos y habilidades de programación. Se puede apreciar como los grados más computacionales son, evidentemente, Ingeniería Informática e Ingeniería de Telecomunicación con 20 y 12 asignaturas, respectivamente, consideradas “de programación” o computacionales. Además, estos dos grados tienen asignaturas relacionadas directamente con la programación de aplicaciones para dispositivos móviles. Pero, sin embargo, el resto de grados carecen de contenidos relacionados con la programación de apps.

Tabla I. Grados de ingeniería impartidos en la UMH desde 2010 a 2017.

Nombre del grado	Número de asignaturas oficiales	
	Contenidos de programación en general	Contenidos de programación de apps
Ingeniería Eléctrica	3	0
Ingeniería Electrónica y Automática Industrial	10	0
Ingeniería Mecánica	4	0
Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación	12	2
Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información	20	3

No obstante, dada la omnipresencia actual de los dispositivos móviles y su uso en múltiples contextos tanto profesionales como personales, los estudiantes se sienten muy atraídos hacia el desarrollo de apps móviles y están muy motivados para el aprendizaje de los conceptos básicos que les permita diseñar e incluso construir una app que cumpla un cierto objetivo. De este modo, a petición de los estudiantes durante los últimos años, en la EPSE empezamos a planificar cursos intensivos de programación para Android y para iOS.

Para introducir a los alumnos en el desarrollo de aplicaciones móviles para el sistema operativo Android se diseñaron dos cursos: el primero de ellos, de nivel básico, dirigido a alumnos principiantes en el mundo de programación, se denominó “*Programación en Android*” [21] y el segundo, de nivel más avanzado, y más enfocado al lenguaje Java: “*Programación en Java para Android*” [22]. Para el sistema operativo iOS se preparó un solo curso de programación en lenguaje Objective-C, de nivel básico-intermedio: “*Programación en ObjectiveC para iPhone e iPad*” [23]. En los siguientes apartados se describe con detalle los contenidos de estos tres cursos que se han repetido en varias ocasiones desde 2012 hasta la actualidad en función de la demanda de los estudiantes.

A. Curso de Programación en Android

Este primer curso de iniciación a la programación en Android ha sido ofertado para estudiantes de cualquier curso y grado de ingeniería, sin exigir a priori ningún tipo de conocimientos de programación, aunque recomendando que un conocimiento previo de algún lenguaje de programación puede ser una ventaja considerable para el aprovechamiento del mismo.

Los contenidos conceptuales fundamentales del curso son los siguientes:

- Características de la plataforma Android
- Comparativa con otras plataformas (iOS/Windows Phone/Symbian)

- Arquitectura de Android
- Diseño de la interfaz de usuario
- Gestión de entradas y sensores
- Gestión de múltiples actividades
- Publicidad en los dispositivos móviles
- Firmar el .apk
- Publicación de aplicaciones en Google Play

El aprendizaje de los anteriores contenidos se ha estructurado en un curso intensivo de cuatro sesiones de cinco horas de duración en la que se combinan explicaciones teóricas de estos conceptos junto con proyectos prácticos de programación donde se realizan sencillas apps que se testean directamente en los smartphones y tabletas de los estudiantes. Estas apps simples incluyen pocas líneas de código Java, para facilitar el aprendizaje de los estudiantes con menos bagaje de programación, pero profundizando en los aspectos del diseño de la interfaz de usuario con XML y en la gestión de los sensores presentes en los smartphones.

La primera sesión del curso, denominada “Instalación del entorno de desarrollo de Android”, está centrada en el procedimiento de instalación del entorno de desarrollo, inicialmente se utilizó Eclipse [24] junto con el SDK de Android y recientemente, se emplea la nueva plataforma Android Studio [25]. Además se realizan sencillos proyectos para conocer los elementos clave de la programación en Android: vistas vs. actividades. La segunda sesión del curso se orienta al diseño y creación de interfaces de usuario, haciendo hincapié en las diversas propiedades de los objetos gestionadas desde los ficheros de *layout* en lenguaje XML. En la tercera sesión se estudian la gestión de entradas y los sensores de los smartphones, de modo que se realizan varias apps sencillas capaces de gestionar la cámara, el acelerómetro, el sensor de proximidad y el GPS del dispositivo móvil. En el último día de este curso intensivo, los estudiantes aprenden a combinar varias actividades en un misma app y a conocer el procedimiento a seguir para poder publicar sus apps en la tienda de distribución Google Play.

B. Curso de Programación en Java para Android

En este segundo curso de programación, de nivel más avanzado, y orientado al aprendizaje de los fundamentos del lenguaje Java aplicado a la plataforma Android, se ocupa de los siguientes conceptos:

- Características del lenguaje Java
- Programación orientada a objetos
- Fundamentos de Java: expresiones, variables, tipos y operadores
- Objetos de Java
- Vectores, listas y bucles
- Creación de clases y métodos
- Interfaces
- Librería de clases de Java
- SDK de Android: objetos OS y objetos UI

Este curso también se imparte de manera intensiva en seis sesiones de cuatro horas de duración. Los conceptos básicos de Java desarrollados en este curso se emplean para desarrollar una app que los estudiantes comienzan a programar desde la primera sesión y que va ampliándose en cada una de las sesiones posteriores. La app consiste en la gestión de una base de datos de libros que el usuario introduce desde un formulario presentado en la pantalla del dispositivo.

C. Curso de Programación en ObjectiveC para iPhone e iPad

Este curso de programación para apps en iOS se estructura en cinco sesiones de cuatro horas de duración. Los contenidos conceptuales que abarca son los siguientes:

- Arquitectura y las características de los dispositivos iPhone y iPad.
- Comparativa entre dispositivos iOS vs. Android.
- Fundamentos del lenguaje de *Objective-C*.
- Herramienta de desarrollo *XCode*.
- Desarrollar programas básicos en *Objective-C*.
- Desarrollar programas basados en eventos para iPhone y iPad
- Recursos de iPhone y iPad (acelerómetro, GPS, cámara, etc.).
- Diseñar aplicaciones aptas para su publicación en el Apple Store.
- Monetizar aplicaciones en el Apple Store

Los detalles de los conceptos de cada una de las sesiones del curso se pueden consultar en la web del curso[23].

D. Nivel de aceptación de los cursos

El curso que levantó mayor interés entre los estudiantes fue el curso de iniciación a la programación en Android, en las cinco ediciones del curso se completaron todas las plazas ofertadas y todos los alumnos, salvo por causas mayores, no abandonaron el curso y consiguieron completar todos los desarrollos de apps satisfactoriamente.

El curso de nivel más avanzado en Android, más centrado en el lenguaje Java, también fue muy bien aceptado por los estudiantes y se completaron también las plazas ofertadas; sin embargo, un pequeño porcentaje (6%) del total de los alumnos de esta modalidad abandonaron el curso antes de su finalización, principalmente por la mayor dificultad del proyecto de programación realizado. La fig. 4 muestra el resultado global de las encuestas realizadas por los alumnos al finalizar los cursos de programación en Android. Los resultados confirman el éxito de aceptación de los cursos por los estudiantes.

El hecho de que la mayoría de los estudiantes en España usen smartphones con el sistema operativo Android facilita que estén más interesados en desarrollar apps para ese sistema operativo en concreto. No obstante, el curso de programación para iPhone y iPad, también tuvo un éxito considerable entre los estudiantes a pesar de no ser ellos usuarios directos de esta plataforma. Un 60% de los estudiantes asistentes al curso para iOS eran usuarios de portátiles Mac, el resto trabajaron sobre entornos Windows y Linux utilizando servidores Mac remotos (con la herramienta *Macincloud*).

A pesar de no ser, en su mayoría, usuarios de iPhone o iPad, los alumnos lo consideraron muy interesante dada la actual alta demanda de programadores en iOS. Adicionalmente, los programadores profesionales en iOS están mejor remunerados que en Android, lo que supone una motivación extra.

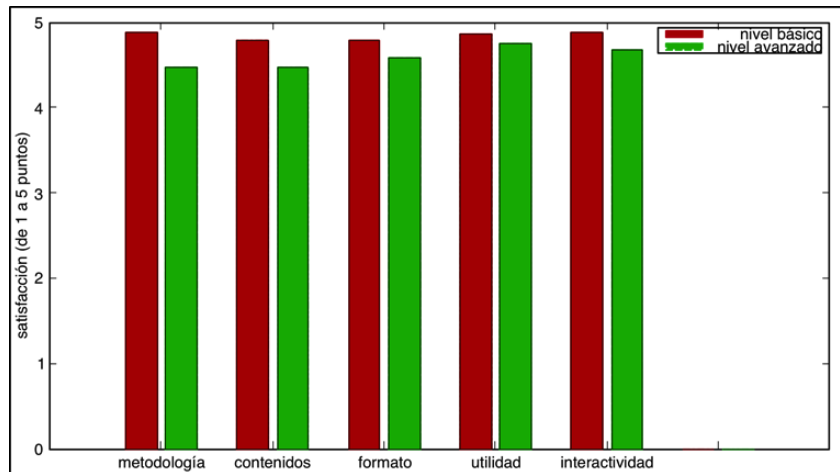


Fig. 4. Resultados de las encuestas de los estudiantes participantes en los dos cursos de programación en Android.

IV. EVENTOS DE PROGRAMACIÓN

En paralelo con los cursos de programación de dispositivos móviles, hemos realizado otras actividades para motivar a los estudiantes en el estudio de la programación de apps. En concreto ya se han celebrado una *hackathon* de programación y dos *barcamps* sobre el sistema operativo Android.

A. Hackathon

Durante los días 19 y 20 de Septiembre de 2013 celebramos una *hackathon* de programación para dispositivos móviles. Este concurso estuvo patrocinado por la empresa tecnológica española *Supertruper* que durante el bienio 2012-13 fue líder en España en desarrollo de aplicaciones para smartphones orientadas a la identificación de productos [26].

Los equipos podían estar formados por 3 personas como máximo. La mayoría de los participantes fueron estudiantes de la EPSE, aunque también hubo algún equipo externo a la universidad. El premio consistía en un dispositivo *Nexus7* para el equipo ganador y una beca financiada por la empresa patrocinadora.

El objetivo de este concurso fue el desarrollo de una app para teléfonos móviles que utilizase la API de *Supertruper*, en un tiempo máximo de 8 horas. La app podía implementarse tanto en el sistema operativo iOS como en Android, en función de la experiencia de los participantes. La API de *Supertruper* devuelve la descripción de productos a partir de sus códigos de barras. La app debía enfocarse como un juego que fuese útil para entretener a los niños en el supermercado mientras sus padres o cuidadores realizasen la compra en el supermercado. Como requisito, parte del juego tenía que incluir el escaneo de códigos de barras de los productos del supermercado.

Algunos momentos de la *hackathon* se grabaron en video en formato panorámico de 360°, y este video, que resume todas las etapas del evento puede visualizarse vía web en [27] o través de las app publicada para iOS [28] y Android [29]. La fig. 5 muestra a modo de ejemplo una imagen panorámica de uno de los momentos del concurso.



Fig. 5. Presentación de una app por parte de un equipo de la hackathon

B. *Barcamp ANDROIDPARTY*

En Julio de 2014 celebramos en la EPSE una barcamp centrada en la programación en Android que denominamos *AndroidParty*. Durante dos días completos se celebraron talleres de programación y ponencias sobre el sistema operativo Android, consiguiendo una alta asistencia de los estudiantes de las ingenierías y tratando temas muy heterogéneos dentro del ámbito de la programación móvil. Se realizaron talleres de programación para principiantes y también más avanzados, mucho de ellos impartidos por los propios alumnos, donde se vieron aspectos de programación como el manejo de bases de datos con JSON o la gestión de las notificaciones en Android. En cuanto a las conferencias, se presentaron algunas apps realizadas en el entorno de la universidad, pero también hubo ponencias de profesionales del sector del desarrollo de software móvil relativas a temas como la importancia del diseño, el uso de wearables, o robots de servicio controlados por smartphones. La Fig. 6 muestra un detalle del poster que se utilizó para promocionar este evento entre los estudiantes.



Fig. 6. Poster del evento de la primera edición de la barcamp Android Party.

Dado el éxito de participación y la grata aceptación de la primera barcamp, se celebró posteriormente otra en Diciembre del mismo año. De manera similar, en los cursos posteriores se han ido repitiendo nuevas ediciones de esta barcamp agrupando varios talleres de programación y ponencias sobre el sistema operativo Android con la participación de los estudiantes de la UMH.

V. CONCLUSIONES

La programación de dispositivos móviles es una materia que interesa a un gran número de estudiantes de titulaciones técnicas, como ha quedado demostrado a través de nuestra experiencia. En aquellas titulaciones en las que esta materia no forma parte del currículo oficial, es conveniente ofertarla como cursos adicionales o de libre elección.

Entre nuestras líneas de trabajo futuro se incluye aumentar la oferta de cursos, ofreciendo opciones para alumnos sin experiencia de programación, basadas en la herramienta MIT app inventor [30][31] que permite la creación de apps mediante la unión de bloques (fig. 7). También consideramos ampliar el temario de los cursos existentes e incluir nociones de seguridad y gestión de permisos en Android [32].

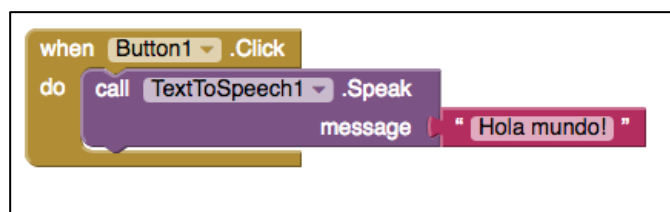


Fig. 7. Ejemplo de la programación con bloques con la herramienta MIT app inventor [30].

RECONOCIMIENTOS

Queremos agradecer al Parque Científico Empresarial de la Universidad Miguel Hernández su colaboración en la realización de las barcamps Androidparty durante el período 2014-2017.

REFERENCIAS

- [1] The Statistics Portal, "Number of smartphone users worldwide." URL: <http://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>
- [2] The Statistics Portal, "Number of apps available in leading app stores as of March 2017". URL: <http://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>
- [3] Q. H. Mahmoud and P. Popowicz, "A mobile application development approach to teaching introductory programming," *Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2010 IEEE. IEEE, 2010.
- [4] S. Tigrek and M. Obadat, "Teaching smartphones programming using (Android Java): Pedagogy and innovation," *Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 2012.
- [5] Escuela Politécnica Superior de Elche. URL: <http://epse.umh.es>
- [6] Universidad Miguel Hernández. URL: <http://www.umh.es>
- [7] International Data Corporation (IDC), "Smartphone Os Market Share Q3 2016". URL: <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>
- [8] R. Meier, "Professional Android 4 Application Development", John Wiley & Sons, ISBN: 978-1-118-10227-5, 2012.
- [9] Google Android Developer, URL: <http://developer.android.com>
- [10] A. Hillegas, "Objective-C Programming", Big Nerd Ranch, ISBN: 978-0-321-70628-7, 2011.
- [11] M. Mathias and J. Gallagher, "Swift Programming", Big Nerd Ranch, ISBN: 978-0134398051, 2015.
- [12] J. Conway and A. Hillegas, "iOS Programming", Big Nerd Ranch, ISBN: 978-0321773777, 2011.
- [13] Apple Developer, URL: [http:// developer.apple. com](http://developer.apple.com)

- [14] Mediaactive, “Aprender a programar apps con HTML5, CSS y Javascript con 100 ejercicios prácticos”, Marcombo, ISBN: 978-84-267-2151-8, 2014.
- [15] Adobe PhoneGap, URL: <http://phonegap.com>
- [16] Grado en Ingeniería Eléctrica, Universidad Miguel Hernández. URL: <http://electronica.edu.umh.es/>
- [17] Grado en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial, Universidad Miguel Hernández. URL: <http://electronicayautomatica.edu.umh.es/>
- [18] Grado en Ingeniería Mecánica, Universidad Miguel Hernández. URL: <http://mecanica.edu.umh.es/>
- [19] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación, Universidad Miguel Hernández. URL: <http://teleco.edu.umh.es/>
- [20] Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información, Universidad Miguel Hernández. URL: <http://informatica.edu.umh.es/>
- [21] Curso de Programación en Android, Universidad Miguel Hernández. URL: <http://lcsi.umh.es/teaching/cursos/android/>
- [22] Curso de Programación en Java para Android, Universidad Miguel Hernández. URL: <http://lcsi.umh.es/teaching/cursos/java/>
- [23] Curso de Programación en ObjectiveC para iPhone & iPad, Universidad Miguel Hernández. URL: <http://lcsi.umh.es/teaching/cursos/iphone/>
- [24] Eclipse, The Eclipse Foundation Open Source Community, URL: <https://eclipse.org/>
- [25] Android Studio IDE, Google Android Developer. URL: <http://developer.android.com/intl/es/tools/studio/index.html>
- [26] “Supertruper: app comparadora de precios para la lista de la compra”, URL: <http://www.smartblog.es/2011/07/supertruper-ahorra-en-tus-compras-diarias/>
- [27] Zakato, “Video panorámico de la hackathon LCSI-UMH 2013”, URL: <http://coolab.umh.es/hackathon/video/>
- [28] App para iOS de la hackathon LCSI-UMH 2013, <https://itunes.apple.com/es/app/hackathon360/id840290755?mt=8>
- [29] App para Android de la hackathon LCSI-UMH 2013, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lcsi.hackathon&hl=es>
- [30] MIT App Inventor, URL: <http://appinventor.mit.edu/>
- [31] F.Turbak, M. Sherman, F. Martin, D. Wolber y S. Crawford, “Even-first programming in APP inventor”, Journal of Computing Sciences in Colleges. Vol. 29, No.6, June 2014.
- [32] L.V. Morales and S.J.. Rueda, “Meaningful Permission Management in Android”, IEEE Latin America Transactions. Vol. 13, No.4, April 2015.