

# Aproximaciones para el desarrollo multiplataforma de Aplicaciones Móviles

Marta C. Fennema, Susana I. Herrera, Rosa A. Palavecino, Pablo J. Najjar Ruiz, Paola D. Budán, Federico Rosenzvaig, Álvaro J. Carranza, Emmanuel Saavedra

*Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero*  
{rosypgg, sherrera, pbudan, [frosenzvaig@unse.edu.ar](mailto:frosenzvaig@unse.edu.ar), [najjarpablo@yahoo.com.ar](mailto:najjarpablo@yahoo.com.ar)}

## Resumen

Esta línea de acción está incluida en el proyecto de investigación denominado “*Computación Móvil: desarrollo de aplicaciones y análisis forense*”. El mismo, está abocado al estudio de la generación de aplicaciones eficiente, evaluando los parámetros tiempo de desarrollo y cantidad de desarrolladores afectados. Para ello, se viene estudiado el uso de diversos *frameworks* generadores de aplicaciones móviles multiplataforma, a partir de un único proyecto web. Específicamente, esta línea de investigación enmarcada en la Ingeniería de Software, e indaga sobre el desarrollo eficiente de aplicaciones móviles multiplataforma que requieren acceso al hardware del dispositivo para funcionalidades con Realidad Aumentada basada en marcadores y objetos 3D. Los avances obtenidos se aplican en las áreas de salud, forense, y del *m-learning* principalmente.

**Palabras clave:** Desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma, Realidad Aumentada, marcadores, objetos 3D, *m-learning*.

## 1 Contexto

Esta investigación se lleva a cabo en el marco del proyecto denominado “*Computación Móvil: desarrollo de aplicaciones y análisis forense*”, del Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información (IISI) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). El mismo se está ejecutando desde el año 2017 y su finalización está prevista para fines de 2018. Es una continuación del proyecto “Optimización de la calidad de los Sistemas Móviles mediante la implementación de nuevas arquitecturas, Realidad Aumentada (RA), técnicas de visualización y redes móviles Ad-Hoc. Aplicaciones en *m-learning* y en gestión del conocimiento”, implementado entre los años 2012 y 2016.

El equipo de investigación del proyecto está conformado por docentes del Instituto de Investigaciones en Informática de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Además, el proyecto cuenta con el asesoramiento de investigadores de Institutos de Investigación de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata.

El contexto de desarrollo de esta investigación está dado por las condiciones del contexto móvil a nivel mundial, donde constantemente están surgiendo nuevas herramientas tanto para generar código general, como bibliotecas específicas, como las que sustentan la incorporación de la RA.

## 2 Introducción

El equipo de investigadores atiende la problemática relacionada con el desarrollo eficiente de aplicaciones móviles multiplataforma (Fennema et al., 2017). Es decir, aplicaciones móviles que puedan ser ejecutadas en los Sistemas Operativos (SO) más usados en Argentina: Android y iOS (StatCounter Global Stats, 2015)). Se trabaja con aplicaciones complejas que requieren acceder a los recursos del hardware del dispositivo móvil (cámara, GPS, acelerómetro). Se busca un desarrollo eficiente en función de la optimización del tiempo de desarrollo y de la cantidad de desarrolladores afectados. Para ello, se han estudiado el uso de diversos *frameworks* que permiten generar aplicaciones móviles híbridas y nativas para diversos SO a partir de un único proyecto web.

En relación a su arquitectura, un sistema móvil generalmente se basa en una aplicación cliente que se conecta a un servidor de aplicaciones que se encuentra en Internet (Challiol, 2012). Este servidor, a su vez, utiliza los servicios de un proveedor de ubicación y la información provista por diversos puntos de interés. Más profundamente, las arquitecturas

alternativas que se pueden adoptar en el momento de desarrollar una aplicación móvil fueron estudiadas y analizadas en (Najar et al., 2014). Ellas son:

- **Arquitectura Web:** la aplicación reside completamente en el servidor web y es accedido a través del browser del teléfono. Puede ser accedida por la mayoría de los dispositivos. Se dificulta la interacción con los periféricos del dispositivo, por ello se debe utilizar otras tecnologías como por ejemplo el uso de códigos QR para la determinación del contexto de localización.
- **Arquitectura Cliente-Servidor o híbrida:** parte de la aplicación en el cliente y parte en el servidor. La aplicación cliente consulta la aplicación servidor a través del uso de Web Services. Se tiene en cuenta características del SO y características del dispositivo donde se instalará. Permite interactuar con los periféricos del dispositivo (cámaras, bluetooth, GPS) que permitirán determinar los datos de contexto en el que se encuentra el móvil. Se llaman aplicaciones nativas, desarrolladas para cada SO móvil.
- **Arquitectura Cliente:** la aplicación reside completamente en el cliente, la información o las bases de datos residen en el dispositivo. También son consideradas aplicaciones nativas.

En la presente investigación, interesan aplicaciones que permiten la interacción entre los usuarios. Por lo tanto, no abarca las arquitecturas clientes.

Actualmente el desarrollo de aplicaciones móviles tiende al desarrollo multiplataforma. Según Delia (2017), las aplicaciones multiplataforma pueden clasificarse en: aplicaciones web móviles, híbridas, interpretadas y generadas por compilación cruzada.

- **Aplicaciones Web móviles:** diseñadas para ejecutarse dentro de un navegador, se desarrollan con tecnología web estándar (HTML, CSS y JavaScript), no necesitan adecuarse a ningún entorno operativo, son independientes de la plataforma. Sin embargo, sus tiempos de respuesta decaen debido a la interacción cliente-servidor, son menos atractivas que las aplicaciones nativas ya que no se encuentran instaladas en el dispositivo, lo que implica acceder previamente a un navegador. Además, las restricciones de seguridad impuestas a la ejecución de código por medio de un navegador, limitan el acceso a todas las capacidades del dispositivo.
- **Aplicaciones híbridas:** utilizan tecnologías web (HTML, Javascript y CSS) pero no son

ejecutadas por un navegador. En su lugar, se ejecutan en un contenedor web (webview), como parte de una aplicación nativa, la cual está instalada en el dispositivo móvil. Las aplicaciones híbridas permiten la reutilización de código en las distintas plataformas, el acceso al hardware del dispositivo, y la distribución a través de las tiendas de aplicaciones. Respecto de las nativas, poseen las siguientes desventajas: i) la experiencia de usuario se ve perjudicada al no utilizar componentes nativos en la interfaz, y ii) la ejecución se ve ralentizada por la carga asociada al contenedor web. Existe una diversidad de *frameworks* que permiten desarrollar aplicaciones híbridas: *PhoneGap*<sup>1</sup>, *Apache Cordova* (Wargo, 2015), *CocoonJS*, *Ionic*<sup>2</sup>, *SenchaTouch*.

- **Aplicaciones interpretadas:** son implementadas utilizando un lenguaje base, el cual se traduce en su mayor parte a código nativo, mientras el resto es interpretado en tiempo de ejecución. Estas aplicaciones son implementadas de manera independiente de las plataformas utilizando diversas tecnologías y lenguajes, tales como *Javascript*, *Java*, *Ruby* y *XML*, entre otros. Una de las principales ventajas de este tipo de aplicaciones es que se obtienen interfaces de usuario totalmente nativas. Sin embargo, los desarrolladores experimentan una dependencia total con el entorno de desarrollo elegido. Los *frameworks* más conocidos para generar estas aplicaciones son *Appcelerator Titanium* y *NativeScript*.
- **Aplicaciones generadas por compilación cruzada** Estas aplicaciones se compilan de manera nativa creando una versión específica de alto rendimiento para cada plataforma destino. Ejemplos de entornos de desarrollo para generar aplicaciones por compilación cruzada son *Applause*, *Xamarin* (Hermes, 2015), *QT*, *Embarcadero Delphi 10 Seattle* y *RubyMotion*.

Luego de haber realizado un conjunto de prácticas de prueba, en esta línea de investigación se decide comparar *QT*<sup>3</sup> y *Xamarin* (Hermes, 2015). El primero, permite generar aplicaciones nativas para varias plataformas y tiene un amplio soporte al desarrollador. El API de la biblioteca cuenta con métodos para acceder a bases de datos mediante SQL, así como uso de XML, gestión de hilos, soporte de red, una API multiplataforma unificada para la manipulación de archivos y una

<sup>1</sup> <https://www.genbetadev.com/frameworks/phonegap>

<sup>2</sup> <https://ionicframework.com/>

<sup>3</sup> <https://www1.qt.io/developers/>

gran variedad de métodos para el manejo de ficheros, además de estructuras de datos tradicionales. Por su parte, *Xamarin* es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones móviles nativas para Android, iOS y Windows utilizando el lenguaje C#. Las interfaces de usuario de las aplicaciones escritas en C#/*Xamarin* son nativas, lo que produce una mejora en el rendimiento en tiempo de ejecución. Las aplicaciones escritas en C#/*Xamarin* permiten un enfoque de desarrollo multiplataforma donde se comparte la codificación de lógica de negocio. Sin embargo, las interfaces de usuario deben ser programadas independientemente para cada plataforma de destino.

Tal como sostiene Delía (2017), la elección de qué *framework* emplear depende del tipo de aplicación que se quiere lograr y del SO del dispositivo en el cual se ejecutará la misma.

En cuanto a la RA, es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real, ya que proporciona un entorno real aumentado con información adicional generada por la computadora o algún dispositivo móvil. Posibilita el desarrollo de aplicaciones interactivas que combinan la realidad con información sintética, tal como imágenes 3D, sonidos, videos, textos, sensaciones táctiles, en tiempo real, y de acuerdo al punto de vista de quien está observando la escena (Salazar Mesía et al., 2015). Se distinguen dos tipos básicos de RA:

- Geolocalizada, la cual a través de sensores indican el posicionamiento del dispositivo móvil. Con solo sostener el móvil en nuestro campo de visión, podemos visualizar puntos de interés cercanos gracias a la información tomada a través de varios sensores móvil, entre ellos el GPS y brújula de orientación.
- Basada en marcadores, que reconocen patrones de activadores de información, como puede ser un código de barras, QR o un símbolo, en la imagen de video que se recibe desde una cámara. Cuando se reconoce un patrón en particular, en su posición, se superpone una imagen digital en la pantalla. Este es el primer tipo de RA, que tuvo sus orígenes en algo muy sencillo: etiquetas.

Los avances en el campo de la Ingeniería del Software se aplican sobre dos dominios relevantes para la sociedad: salud (Córdoba, 2016) y educación (Herrera et al., 2017; Herrera & Sanz, 2014; Herrera et al., 2014). Además, actualmente se está trabajando para lograr una aplicación para *m-learning* que le permita al alumno desarrollar la capacidad de representar

situaciones de la vida cotidiana mediante sistemas de ecuaciones lineales. La misma se denomina AlgeRA y tiene por objetivos específicos: a) ejemplificar con RA sistemas de ecuaciones lineales que representan situaciones de la vida cotidiana, b) modelizar el comportamiento de una Red de tránsito vehicular usando Sistemas de Ecuaciones Lineales. La primera funcionalidad constituye una “Ejemplificación” mientras que, la segunda, es un “Trabajo de campo para la modelización”.

### 3 Líneas de investigación y desarrollo

La principal línea de investigación de esta propuesta consiste en el estudio de métodos, técnicas y herramientas que permitan el desarrollo de sistemas móviles multiplataforma; lo cual significa indagar sobre:

- Herramientas para la generación automática de aplicaciones móviles nativas que interactúan con hardware del dispositivo,
- Métodos ágiles para el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma.

En esta propuesta se pretende investigar sobre plataformas o entornos de desarrollo de aplicaciones móviles que permite generar aplicaciones nativas que puedan ser optimizadas mediante la modificación del código.

En cuanto al dominio de aplicación, se continuará trabajando en Educación y Salud, desarrollando aplicaciones para *m-learning*, para rehabilitación de personas con discapacidad cerebral, y para el dominio de la informática forense.

En lo que respecta a *m-learning*, el trabajo se está enfocando al desarrollo de AlgeRA, lo cual requiere investigar sobre la interacción de *frameworks* específicos de RA con *Xamarin*, y el uso de herramientas de *sincronicidad* que permitan obtener los recursos para el *trabajo de campo*.

### 4 Objetivos y resultados

El objetivo general que guía esta investigación aplicada es:

*Contribuir al progreso del campo de la Computación Móvil mediante: a) la optimización del desarrollo y mantenimiento de aplicaciones móviles nativas multiplataforma, b) el estudio de herramientas de RA, y c) el análisis forense de dispositivos móviles.*

Los objetivos específicos son:

- a) Analizar herramientas (libres y propietarias) de generación automática de aplicaciones nativas para múltiples SO móviles.
- b) Definir métricas para evaluar la capacidad de mantenimiento de aplicaciones móviles con herramientas de generación automática.
- c) Comparar herramientas para el desarrollo de aplicaciones móviles con RA.
- d) Definir un método ágil apropiado para el desarrollo de aplicaciones móviles nativas y multiplataforma, basadas en generación automática de código.
- e) Determinar la calidad de aplicaciones móviles construidas con las diversas herramientas analizadas, usando prototipos construidos con métodos ágiles y las métricas definidas.

Esta línea de investigación ha transitado su primera etapa de un año, abocada principalmente a la comparación de las herramientas de desarrollo multiplataforma Xamarin y QT. Además, dados los requerimientos iniciales de AlgeRA, se han comparado las herramientas nombradas en cuanto a la posibilidad de incorporar herramientas para la RA.

Las publicaciones obtenidas hasta la fecha son:

- Fennema, M., Herrera, S., Palavecino, R., Budán, P., Rosenzvaig, F., Najar Ruiz, P., Carranza, A., Saavedra, E. (2017). Aproximaciones para el desarrollo multiplataforma y mantenimiento de Aplicaciones Móviles. Workshop en Investigación en Ciencias de la Computación, WICC. Instituto Tecnológico Buenos Aires. Buenos Aires. ISBN 978-987-42-5143-5.
- Susana I. Herrera, Paola D. Budán, Federico Rosenzvaig, Marilena Maldonado, Gabriela Suárez, Emmanuel Saavedra, Pablo J. Najar Ruiz, María I. Morales. Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma para M-learning con Realidad Aumentada. ADNTIIC 2017. Huerta Grande. Córdoba. Argentina.

Este año se prevé cumplimentar los objetivos b), d) y e) propuestos en esta línea de acción. En relación al objetivo e) se dispone de base la evaluación realizada por Herrera et al. (2013).

## 5 Formación de recursos humanos

La Directora del proyecto pertenece al Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información de la UNSE. La Codirectora

pertenece a la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino.

Actualmente, se están realizando trabajos finales de LSI sobre: realidad aumentada, desarrollo híbrido de aplicaciones, métodos de desarrollo de sistemas móviles, sistemas sensibles al contexto temporal, herramientas para medición de magnitudes físicas.

Se tiene previsto incorporar más alumnos de grado en los próximos años, a efectos de brindarles un marco apropiado para la elaboración de sus trabajos finales.

## Referencias

1. Challiol, C. (2012). Apuntes de Curso de Posgrado sobre Computación Móvil. Curso dictado en Universidad Nacional de Santiago del Estero. Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías.
2. Córdoba, Melisa N. V.; Najar, Pablo; Budán Paola Daniela. (2016). Sistema Alternativo de Comunicación para Niños con Parálisis Cerebral Infantil. Argentina. San Salvador de Jujuy. 2016. Libro. Artículo Completo. Jornada. XI Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. CODINOA.
3. Delía, L. (2017). Desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma. Trabajo Final de Especialista en Ingeniería Web. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata.
4. Fennema, M., Herrera, S., Palavecino, R., Budán, P., Rosenzvaig, F., Najar Ruiz, P., Carranza, A., Saavedra, E. (2017). Aproximaciones para el desarrollo multiplataforma y mantenimiento de Aplicaciones Móviles. Workshop en Investigación en Ciencias de la Computación, WICC. Instituto Tecnológico Buenos Aires. Buenos Aires. ISBN 978-987-42-5143-5
5. Hermes, D. (2015). Xamarin Mobile Application Development: Cross-Platform C# and Xamarin.Forms Fundamentals. Ed. Apress. ISBN 978-1484202159.
6. Herrera, S., Najar, P., Palavecino, R., Goñi, J. (2013) Evaluación de la calidad en aplicaciones móviles. Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA. Santiago del Estero: Universidad Nacional de Santiago del Estero. vol. n°. p103 - 104. issn 1853-7871.

7. Herrera, S. I. & Sanz, C. (2014). Collaborative m-learning practice using Educ-Mobile. International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS). Ed. IEEE. Pp 363 – 370. ISBN: 978-1-4799-5157-4. Minneapolis, MN, USA.
8. Herrera, S., Morales, M.I., Fennema, M. C. y Sanz, C.V. (2014). Aprendizaje basado en dispositivos móviles. Experiencias en la Universidad Nacional de Santiago del Estero. ISBN 978-987-1676-18-7. Ed. EDUNSE. Santiago del Estero.
9. Herrera, S., Palavecino, R., Sanz, C., Carranza, J. (2017). Aprendizaje de Estructuras de Datos mediante m-learning. I Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais. SITED 2017. ISSN 2594-388X. Universidade Federal de Santa Catarina. Araranguá, SC, Brasil.
10. Ionic. (2016). Disponible en: <http://ionicframework.com/docs/guide/preface.html>. Fecha de acceso: 13/08/2016.
11. Lliteras, A., Challiol, C., Gordillo S. (2012) Juegos Educativos Móviles Basados en Posicionamiento: Una Guía para su Conceptualización. 13th Argentine Symposium on Software Engineering, 41 JAIIO, La Plata.
12. Lliteras, A., Challiol, C., Mostaccio, C., Gordillo S. (2011). Representaciones enriquecidas para la navegación indoor-outdoor en aplicaciones móviles. XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. La Plata
13. Najar, P., Ledesma, E., Rocabado, S., Herrera, S. y Palavecino, R. (2014). Eficiencia de aplicaciones móviles según su arquitectura. CACIC 2014. ISBN 978-987-3806-05-6. La Matanza, Buenos Aires.
14. PhoneGap. (2013). A guid to building cross-platform apps using the W3C standards based Cordova/PhoneGap framework. Packt Publishing.
15. Salazar Mesía, N, Gorga, G., Sanz, C. (2015). Plan de evaluación del material educativo digital EPRA. Propuesta de indagación sobre la motivación intrínseca. XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Buenos Aires (UNNOBA) Sede Junín.
16. StatCounter Global Stats (2015). Ranking de los 8 Sistemas Operativos Móviles más usados en Argentina. Disponible en <[http://gs.statcounter.com/#mobile\\_os-AR-monthly-201401-201501-bar](http://gs.statcounter.com/#mobile_os-AR-monthly-201401-201501-bar)>. Fecha de consulta: 18/04/2015.
17. Wargo, J. (2015). Apache Cordova 4 Programming. Addison-Wesley Professional.