

## Enfoques y Tendencias en el Desarrollo de Aplicaciones Móviles con Resiliencia.

Pablo Thomas , Lisandro Delia , Leonardo Corbalán ,

Juan Fernández Sosa , Fernando Tesone , Verónica Aguirre , Verena Olsowy ,

Patricia Pesado 

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)

Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata

50 y 120 La Plata Buenos Aires

Centro Asociado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

526 e/ 10 y 11 La Plata Buenos Aires

{pthomas, ldelia, corbalan, jfernandez, ftesone, vaguirre, volsowy, ppesado}@lidi.info.unlp.edu.ar

### RESUMEN

Se presenta una línea de investigación y desarrollo centrada en el estudio de aspectos de Ingeniería de Software aplicados a las diferentes tendencias en el desarrollo de Aplicaciones Móviles con resiliencia.

**Palabras claves:** Plataformas para Dispositivos Móviles - Aplicaciones Nativas- Aplicaciones Híbridas – Aplicaciones Interpretadas – Aplicaciones por Compilación Cruzada – Aplicaciones Web Progresivas – Offline First. – Instant App - Resiliencia

### CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “*Metodologías, técnicas y herramientas de Ingeniería de Software en escenarios híbridos. Mejora de proceso*”, en particular del subproyecto *Ingeniería de Software para escenarios híbridos* del Instituto de Investigación en Informática LIDI de la Facultad de Informática, acreditado por el Ministerio de Educación de la Nación.

Hay cooperación con Universidades de Argentina y se está trabajando con Universidades de Europa y Latinoamérica.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos en la comunicación móvil, junto con los avances

en el campo de la computación han dado lugar a la computación móvil, que puede definirse como un entorno de cómputo con movilidad física que brinda al usuario la capacidad de acceder a datos, información u otros objetos lógicos desde cualquier dispositivo en cualquier red, al mismo tiempo que va moviéndose, cambiando su ubicación geográfica [1].

Las características específicas de la computación móvil plantean nuevos desafíos en el desarrollo de software para este tipo de dispositivos. La necesidad de tratar con diversos estándares, protocolos y tecnologías de red; las capacidades limitadas, no sólo en cuanto a procesamiento, sino también, en cuanto a consumo, tamaño físico y capacidad de almacenamiento de los dispositivos; las restricciones de tiempo impuestas por un mercado altamente dinámico y la existencia de distintas plataformas de hardware y software son sólo algunas de las dificultades a las que se enfrentan los desarrolladores en esta área.

Las aplicaciones se generan en un entorno dinámico e incierto. En su mayoría se trata de aplicaciones pequeñas, no críticas, destinadas a un gran número de usuarios finales que son liberadas en versiones rápidas para poder satisfacer las demandas del mercado. En otros casos las aplicaciones son de mayor tamaño, a veces

para brindar movilidad a una parte de la funcionalidad de un sistema más grande, mientras que otras veces son el único punto de interacción del sistema.

Algunas iniciativas como *offline first* proponen nuevas maneras de abordar el desarrollo de aplicaciones móviles tomando como requerimiento no funcional la posibilidad de seguir brindando un servicio incluso cuando el dispositivo pierde conectividad con la red móvil.

Todas las particularidades previamente mencionadas hacen que el desarrollo de software para dispositivos móviles difiera considerablemente del tradicional. Ello conduce a nuevas prácticas y metodologías que promueven el crecimiento de la Ingeniería de Software como disciplina, acompañando este proceso de desarrollo tecnológico.

La existencia de una enorme competencia en el mercado de las aplicaciones móviles, promovida en parte por la proliferación de dispositivos móviles y el número de negocios que están migrando sus servicios a Internet, revela la importancia que implica para las empresas el posicionamiento en este mercado. Para conseguirlo, es necesario reducir al máximo el tiempo de desarrollo de las aplicaciones y al mismo tiempo hacer que éstas se ejecuten en el mayor número de dispositivos posible.

Este propósito se ve obstaculizado por la excesiva fragmentación de hardware y software existente, originada por el alto número de dispositivos distintos, con sus propios sistemas operativos y plataformas de desarrollo.

La alternativa más costosa para hacer frente a esta problemática consiste en el desarrollo específico de aplicaciones de manera nativa en cada una de las plataformas existentes, utilizando entornos de desarrollo, lenguajes de programación y tecnologías propias de cada plataforma.

El desarrollo nativo de aplicaciones móviles posee ciertas ventajas como la posibilidad de acceder sin limitaciones a

todas las características del dispositivo (cámara, GPS, acelerómetro y agenda, entre otras), el alto rendimiento, interfaces gráficas consistentes con el resto de la plataforma, la posibilidad de trabajar sin acceso a Internet y de correr procesos en segundo plano. Estas aplicaciones pueden distribuirse a través de las tiendas en línea correspondientes. Sin embargo, el precio de todas estas ventajas es alto: no es posible reutilizar el código fuente entre plataformas diferentes, el esfuerzo se multiplica y se elevan los costos de desarrollo, actualización y distribución de nuevas versiones.

Como alternativa al desarrollo nativo en múltiples plataformas, se presentan diversos enfoques de desarrollo que procuran optimizar la relación costo/beneficio compartiendo la misma base de código fuente entre las versiones para las distintas plataformas [2]. La construcción de aplicaciones Web Móviles constituye un ejemplo representativo de este enfoque. Estas aplicaciones se diseñan para correr dentro de un navegador, se desarrollan con tecnologías web bien conocidas (HTML, CSS y JavaScript), no necesitan adecuarse a ningún entorno operativo móvil específico; su puesta en marcha es rápida y sencilla.

Las desventajas de las aplicaciones Web Móviles recaen sobre su rendimiento. Los tiempos de respuesta se dilatan afectados por la interacción cliente-servidor y las restricciones de seguridad impuestas a la ejecución de código por medio del navegador limitan el acceso a todas las capacidades del dispositivo. Además, la experiencia de usuario dista de ser similar a la de las aplicaciones nativas, resultando menos atractiva para el usuario final.

El enfoque híbrido es una alternativa que posee también la ventaja de estar basado en tecnologías web estándar (HTML, Javascript y CSS) pero, a diferencia del anterior no funciona dentro de un navegador, sino en un contenedor web especial con mayor acceso a las

características del dispositivo a través de una API específica.

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. Sin embargo, conservan algunas de las desventajas de las aplicaciones Web Móviles: la utilización de componentes no nativos en la interfaz perjudica la experiencia de usuario, y la ejecución se ve ralentizada por la carga asociada al contenedor web.

El enfoque interpretado se presenta como una alternativa en donde las aplicaciones son traducidas en su mayor parte a código nativo, mientras que el resto se interpreta en ejecución. Se implementan de forma independiente de las plataformas utilizando diversas tecnologías y lenguajes, tales como Javascript, Typescript y XML, entre otros.

La obtención de interfaces nativas constituye una de las principales ventajas de este tipo de aplicaciones, mientras que la definición de nuevas componentes suele tener un alto grado de complejidad debido a la necesidad de definir abstracciones compatibles con diferentes plataformas.

Finalmente, las aplicaciones generadas por compilación cruzada también constituyen un tipo de desarrollo multiplataforma. Estas aplicaciones se compilan de manera nativa creando una versión específica de alto rendimiento para cada plataforma destino.

Un nuevo concepto ha surgido en los últimos años denominado Aplicaciones Web Progresivas (PWA por sus siglas en inglés). Una PWA es una aplicación web que utiliza las últimas tecnologías disponibles en los navegadores para ofrecer en dispositivos móviles una experiencia lo más parecida posible a la de una aplicación nativa.

Los objetivos que persiguen las PWA son: lograr el mayor rendimiento posible en dispositivos móviles, que la aplicación cargue de manera casi instantánea, que la

interfaz de usuario se parezca lo máximo posible a una nativa, que se pueda trabajar sin conexión (*offline first*) y que se puedan enviar notificaciones a los usuarios, como en una aplicación nativa.

Una nueva tecnología, desarrollada recientemente por Google, denominada TWA (Trusted Web Activities) o Actividades Web de Confianza, permite integrar una PWA con una aplicación Android. Las TWA son ejecutadas desde un APK y distribuidas desde Google Play Store. Muestran en pantalla completa un navegador web dentro de una aplicación Android sin mostrar la interfaz del navegador.

Las TWA representan un punto de inflexión para los desarrolladores que ahora pueden distribuir sus PWA en Google Play Store que ha dejado de ser una tienda exclusiva de aplicaciones nativas.

Desde 2017 los desarrolladores de Android tienen una nueva opción para hacer llegar sus apps a los usuarios finales. El concepto de *Instant App* permite ejecutar una funcionalidad específica de una aplicación sin necesidad de instalar la App completa.

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- Enfoques de desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles.
- Metodologías y Técnicas de la Ingeniería de Software y su aplicación en el desarrollo de software para dispositivos móviles.
- Aplicaciones Nativas en Android [3].
- Aplicaciones Nativas en iOS [3].
- Aplicaciones Web Móviles.
- Aplicaciones Móviles Híbridas (PhoneGap [4], Ionic [5]).
- Aplicaciones Móviles Interpretadas (Appcelerator Titanium [6], NativeScript [7]).

- Aplicaciones Móviles generadas por compilación cruzada (Xamarin [8], Corona [9]).
- PWA, Instant App y Offline First.
- TWA (Trusted Web Activities),
- Análisis y estudio comparativo de requerimientos no funcionales, tales como rendimiento, consumo de energía, tamaño de software, entre otros, en los distintos enfoques de Aplicaciones Móviles.
- Experiencia de usuario en Aplicaciones Móviles generadas con distintos enfoques de desarrollo.
- Internet de las Cosas (IoT), Internet de Todo (IoE) y aplicaciones de sensado móvil o sensado urbano.
- Aplicaciones Móviles y su utilización en el proyecto de *Smart City*.
- El rol de los dispositivos móviles en aplicaciones de *crowdsourcing* o colaboración abierta distribuida.
- El rol de las aplicaciones móviles como herramientas para hacer frente a la pandemia de COVID-19
- Aplicaciones Móviles resilientes. Escenarios adversos: conectividad inestable, pérdida de conexión, ralentización del tráfico de red, ciberataques. Estrategias: *offline first*, almacenamiento local, memoria cache, *retry pattern* (reintento) *throttling pattern* (estrangulamiento), lineamientos para el desarrollo de apps móviles resistentes a ciber-ataques

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Los resultados obtenidos/esperados se pueden resumir en:

- Se ha estudiado el impacto que tiene el enfoque de desarrollo elegido sobre el rendimiento de las aplicaciones construidas. Se consideraron las plataformas iOS y Android junto a varios *frameworks* de desarrollo

multiplataforma. Los resultados y conclusiones fueron publicados en [10] y [11].

- Se desarrolló "*Informática UNLP*", una aplicación móvil para la comunidad de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata [12]. Esta aplicación contribuye a la mejor comunicación alumno/docente. Entre otras funciones incluye una cartelera virtual ajustable a las preferencias de los alumnos y utiliza tecnología de realidad aumentada para proveer información sobre la ocupación de las aulas en tiempo real. Las primeras versiones fueron liberadas para Android pero actualmente también está disponible para iPhone y iPad.
- En [13] se estudiaron las implicaciones de la elección de un enfoque de desarrollo determinado sobre la eficiencia energética de las aplicaciones generadas. Se contemplaron aplicaciones con alta carga de procesamiento, reproducción de video y acceso a imágenes generadas con diversos enfoques de desarrollo.
- En [14] se han publicado los resultados de un estudio sobre el impacto que tienen 9 tecnologías distintas de desarrollo de aplicaciones móviles sobre 23 características de interés para la Ingeniería de Software.
- En [15] se estudió el modo en que distintos *frameworks* de desarrollo multiplataforma afectan el tamaño de la aplicación construida. Los resultados son relevantes dado que el espacio disponible se ha convertido en un recurso crítico para muchos usuarios.
- Se ha cuantificado el impacto que tiene la elección del *framework* de desarrollo sobre tres de los requerimientos no funcionales más demandados por los usuarios de dispositivos móviles: rendimiento, consumo de energía y uso de espacio de almacenamiento. Los resultados y conclusiones se publicaron

en [16] y constituyen una guía para los desarrolladores al momento de elegir el *framework* más adecuado a sus expectativas.

- Las Aplicaciones Web Progresivas o PWA, por sus siglas en inglés, fueron analizadas en [17]. Dada su estrecha relación con las aplicaciones web móviles fueron comparadas con estas últimas explicitando diferencias y similitudes. Se concluyeron una serie de ventajas y desventajas de un enfoque respecto del otro.
- Se desarrolló “InnovApp”, una PWA que permite realizar una visita virtual guiada a la muestra de Ciencia y Tecnología 2019 llevada a cabo en el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica (CIyTT) de la Facultad de Informática de la UNLP
- Se han estudiado distintas estrategias para enfrentar la pandemia de COVID-19 que incluyen tecnología móvil. Para ello se analizaron las aplicaciones promovidas por los gobiernos de 22 países distintos como herramientas tecnológicas para combatir la Pandemia. Los resultados y conclusiones se publicaron en [18].
- Se implementó un prototipo de sistema de sensado móvil participativo que permite al ciudadano monitorear la calidad del agua de red que llega a su domicilio y, en caso de anomalías, alertar a la comunidad y autoridades competentes [19].
- Se continúa con el desarrollo de nuevas características de "*Informática UNLP*", una aplicación multiplataforma en continua evolución y crecimiento.
- Se prosigue con el estudio y el análisis del alcance de la tecnología de sensado móvil en aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT), Internet de Todo (IoE) y sensado urbano.
- Se continúa con el análisis sobre el rol de las Aplicaciones Móviles en el

contexto de las ciudades inteligentes, haciendo foco especialmente en aquellas que implementan la colaboración abierta distribuida (*crowdsourcing*).

- Se examinarán las distintas formas de persistencia de datos en aplicaciones móviles en función del enfoque/*framework* de desarrollo utilizado y como estrategia para mitigar la inestabilidad de las conexiones.
- Se estudiarán y analizarán distintas estrategias para alcanzar mayor nivel de resiliencia en las aplicaciones móviles. Se considerarán distintas circunstancias de adversidad.
- Se promoverá el avance sostenido y continuo de la formación de los miembros involucrados en esta línea de investigación.

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Los integrantes de esta línea de investigación dirigen Tesinas de Grado y Tesis de Postgrado en la Facultad de Informática, y Becarios III-LIDI en temas relacionados con este proyecto. Además, participan en el dictado de asignaturas/cursos de grado y postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Hongxing Li, Guochu Shou, Yihong Hu, Zhigang Guo. *Mobile Edge Computing: Progress and Challenges*. 2016 4th IEEE International Conference on Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering (MobileCloud). Oxford UK.
2. Spyros Xanthopoulos, Stelios Xinogalos, *A Comparative Analysis of Cross-platform Development Approaches for Mobile Applications*, BCI' 2013, Greece
3. Tracy, K.W., *Mobile Application Development Experiences on Apple's iOS and Android OS*, Potentials, IEEE, 2012.
4. <http://phonegap.com/>

5. <https://ionicframework.com/>
6. <http://www.appcelerator.com/>
7. <https://www.nativescript.org/>
8. <http://xamarin.com/>
9. <https://coronalabs.com/>
10. Delia L., Galdamez N., Corbalan L., Thomas P., Pesado P., ***Un Análisis comparativo de rendimiento en Aplicaciones Móviles Multiplataforma***, CACIC 2015, UNNOBA Junín, Octubre 2015.
11. Delia L., Galdamez N., Corbalan L., Thomas P., Pesado P. ***Approaches to Mobile Application Development: Comparative Performance Analysis*** SAI Computing Conference (SAI), 2017. Londres, del 18 al 20 de Julio de 2017.
12. Fernández Sosa J., Cuitiño A., Thomas P., Delia L., Caseres G., Corbalán L., Pesado P. ***“Informática UNLP” la App de la Facultad de Informática***. CACIC 2017. La Plata, del 9 al 13 de Octubre de 2017.
13. L. Corbalan, J. Fernandez Sosa, A. Cuitiño, L. Delía, G. Cáseres, P. Thomas, P. Pesado. ***“Development Frameworks for Mobile Devices: A Comparative Study about Energy Consumption”***. 5th IEEE/ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems. Gothenburg, Sweden. 27 y 28 de Mayo del 2018.
14. L. Delia, P. Thomas, L. Corbalan, J. Fernandez Sosa, A. Cuitiño, G. Cáseres, P. Pesado. ***“Development Approaches for Mobile Applications: Comparative Analysis of Features”*** SAI - Computing Conference 2018. London, United Kingdom. 10 al 12 de Julio de 2018.
15. J. Fernández Sosa, P. Thomas, L. Delía, G. Cáseres, L. Corbalán, F. Tesone, A. Cuitiño, P. Pesado. ***“Mobile Application Development Approaches: A Comparative Analysis on the Use of Storage Space”***. XV Workshop de Ingeniería de Software - XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC 2018. Tandil, Argentina. 8 al 12 de octubre de 2018.
16. Corbalán, L., Thomas, P., Delía, L., Cáseres, G., Sosa, J. F., Tesone, F., & Pesado, P. (2019, June). A Study of Non-Functional Requirements in Apps for Mobile Devices. In *Conference on Cloud Computing and Big Data* (pp. 125-136). Springer, Cham
17. Aguirre, V., Ortu, A., Delía, L. N., Thomas, P. J., Corbalán, L. C., Cáseres, G., & Pesado, P. M. (2019). PWA para unificar el desarrollo Desktop, Web y Mobile. In *XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)(Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, 14 al 18 de octubre de 2019)*.
18. Fernandez Sosa, J., Aguirre, V., Delía, L., Thomas, P., Corbalán, L., & Pesado, P. M. (2020). COVID-19: un análisis comparativo de Apps. In *XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC) (Universidad Nacional de La Matanza, 5 al 9 de octubre de 2020)*.
19. Fernández Sosa, J. F., Aguirre, V., Corbalán, L. C., Delía, L. N., Thomas, P. J., & Pesado, P. M. (2021). Sensado móvil como estrategia de participación ciudadana en Ciudades Inteligentes. In *XXVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)(Modalidad virtual, 4 al 8 de octubre de 2021)*.