

# Despliegue de MANETs para M-learning en zonas de recursos limitados

Sergio M. Rocabado<sup>1</sup>, Mario C. Montalvetti<sup>2</sup>, Susana I. Herrera<sup>2</sup>, Daniel Arias Figueroa<sup>1</sup>

(1) *Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada (CIDIA),  
Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta*  
[srocabad@cidia.unsa.edu.ar](mailto:srocabad@cidia.unsa.edu.ar), [daaf@cidia.unsa.edu.ar](mailto:daaf@cidia.unsa.edu.ar)

(2) *Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información,  
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero*  
[mmontalv@unse.edu.ar](mailto:mmontalv@unse.edu.ar), [sherrera@unse.edu.ar](mailto:sherrera@unse.edu.ar)

## Resumen

Las zonas rurales de recursos limitados del país se caracterizan, entre otros aspectos, por su baja densidad demográfica, cobertura de red celular muy limitada y carencia de servicio de distribución de energía eléctrica. Los habitantes de estas zonas utilizan energías alternativas, como paneles solares y grupos electrógenos, para cubrir necesidades energéticas elementales. La región Noroeste de Argentina (NOA) posee numerosas zonas de este tipo, donde los pobladores son personas de bajos recursos y tienen pocas posibilidades de educación en su entorno; se garantiza la educación primaria pero son pocas las escuelas secundarias. En este contexto, el aprendizaje mediado por tecnologías es prácticamente nulo.

En este trabajo se propone realizar una investigación sobre el despliegue de MANETs, seguras y de bajo consumo, que permitan implementar estrategias de m-learning en estas zonas.

Esta propuesta se basa en la figura de un profesor itinerante que imparte educación secundaria en zonas rurales utilizando objetos de aprendizaje almacenados en un servidor de recursos m-learning. Los objetos son accedidos desde teléfonos celulares sencillos que se auto organizan entre sí, formando una MANET, para optimizar el uso de recursos.

**Palabras clave:** MANET, m-Learning, Bluetooth, GPRS, seguridad, redes.

## 1 Contexto

El presente trabajo se lleva a cabo en el marco de un proyecto de investigación que tiene como objetivo realizar investigación aplicada sobre nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad de las aplicaciones móviles.

El equipo de investigación está conformado por docentes de diferentes universidades nacionales del NOA:

Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Departamento de Sistemas de la Facultad de Tecnologías y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCA) y Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta (UNSA).

Además, el proyecto cuenta con el asesoramiento de dos investigadoras de Institutos de Investigación de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). La asesora en Sistemas Móviles pertenece al Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA) de la UNLP, mientras que la asesora en educación a distancia pertenece al Instituto de Investigaciones en Informática (LIDI) de la UNLP.

Está financiado por el Consejo de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, durante el período Enero 2012-Diciembre 2015.

## 2 Introducción

Una red móvil ad-hoc o MANET (del inglés Mobile Ad-hoc Networks) [1] es una colección de nodos inalámbricos móviles que se comunican de manera espontánea y auto organizada constituyendo una red temporal sin la ayuda de ninguna infraestructura preestablecida (como puntos de acceso WiFi o torres de estaciones base celulares con antenas 2G, 3G o 4G) ni administración centralizada.

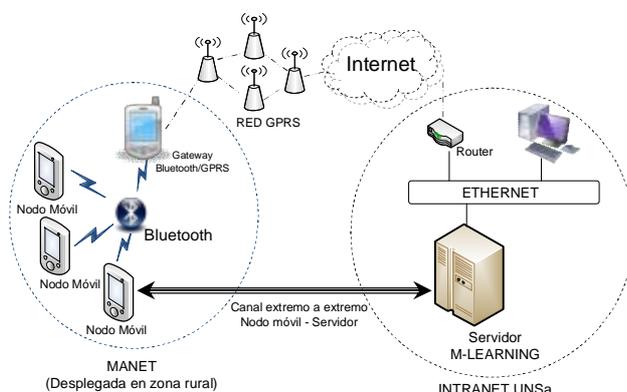
Una de las principales ventajas de una MANET es la posibilidad de integrarla a una red de infraestructura con diferentes fines, entre otros podemos mencionar el acceso a aplicaciones y recursos M-learning de una organización desde un dispositivo móvil [2] [5].

En este trabajo desplegamos una MANET en una zona rural de recursos limitados, e integramos la misma a la red de infraestructura de una organización (Intranet)

utilizando los servicios de la red celular. De esta manera se posibilita el acceso de los nodos ad hoc a recursos M-learning almacenados en un servidor de la intranet.

El despliegue y la integración de la MANET se realizaron considerando los siguientes inconvenientes y limitaciones:

- La energía en la zona de despliegue es escasa, lo que dificulta la capacidad de recarga de los dispositivos que forman parte de la MANET.
- Las redes celulares en zonas remotas no brindan servicios de tercera (3G) o cuarta generación (4G), solo se dispone de tecnología 2G (GSM/GPRS) [4] que proporciona un ancho de banda limitado y variable.
- La mayor parte de los dispositivos móviles utilizados en zonas rurales son equipos de características básicas y funcionalidades limitadas, que incorporan tecnologías como Bluetooth y 2G en lugar de WiFi y 3G.
- Las MANETs y las redes celulares utilizan un medio compartido (aire) para transmitir los datos y se encuentran expuestas a “ataques” o accesos no autorizados. Se requiere entonces la utilización de canales de comunicación “seguros”.
- La implementación de niveles de seguridad elevados implica un incremento del consumo de ancho de banda y de la energía en los nodos móviles [8].



**Figura 1.** Escenario de prueba

En la figura 1 se observa la representación gráfica del escenario que implementamos para realizar las pruebas y mediciones. En el mismo se conecta una MANET, desplegada en zona rural, a una Intranet a través de la red celular. Los dispositivos móviles (nodos) de la MANET se conectan al servidor de recursos M-learning utilizando un canal lógico extremo a extremo. El tráfico entre el nodo móvil y el servidor se gestiona a través de uno de los nodos que actúa como Gateway entre la MANET y la red celular. Este nodo es el encargado de enviar los paquetes de datos hacia los routers de la red celular; desde donde y a través de Internet son direccionados a la intranet para ser entregados al servidor de recursos.

El despliegue de las MANETs se puede realizar utilizando alguno de los siguientes estándares de comunicaciones inalámbricas de corto alcance:

Bluetooth (IEEE 802.15.1), Ultra-wideband (UWB, IEEE 802.15.3), ZigBee (IEEE 802.15.4) y WiFi (IEEE 802.11) [6].

La integración de la MANET a la red de infraestructura, requiere el uso de alguna de las siguientes tecnologías de red celular: 2G (GSM), 2.5G (GPRS), 3G (UMTS, HSDPA y HSUPA) y 4G (LTE) [5].

Para la construcción de nuestro escenario de pruebas elegimos Bluetooth [3] para el despliegue de la MANET y GPRS [4] para la integración a la red de infraestructura. La fundamentación se presenta en un trabajo previo del grupo [7].

En Argentina, el m-learning se ha convertido en una tendencia vinculada a las propuestas educativas [9, 10, 11, 12].

El m-learning se puede presentar en tres modos diferentes, y a su vez cada uno de ellos involucra diversas estrategias de aprendizaje mediadas por tecnologías móviles. Según tal, los modos son los siguientes [13]: recuperación de información, recopilación y análisis de información y comunicación, interacción y colaboración en redes.

Específicamente, esta investigación trata de aportar soluciones a la educación secundaria en zonas desfavorables en las cuales están vigentes los proyectos de itinerancia para garantizar los dos primeros años de secundaria en zonas donde no existen establecimientos educativos de este nivel. Estos proyectos financian la figura de “profesores itinerantes” que dan clases de asignaturas específicas de 1° y 2° año de la secundaria, en las escuelas primarias de una determinada zona rural, donde 7 de cada 10 escuelas no tienen acceso a la red de distribución de energía eléctrica y utilizan paneles solares o grupos electrógenos para cubrir sus necesidades energéticas.

El profesor itinerante puede utilizar la MANET y el escenario presentado para aplicar estrategias de m-learning. Estas estrategias corresponderían al 1° modo, es decir, los alumnos acceden, mediante los dispositivos móviles que forman parte de la MANET, a objetos de aprendizaje de un área de conocimiento específica.

### 3 Líneas de investigación y desarrollo

Las principales líneas de investigación de esta propuesta son:

Despliegue de MANETs en zonas rurales con recursos limitados e integración de las mismas a redes de infraestructura.

Establecimiento de canales extremo a extremo (no seguros y seguros) entre un dispositivo móvil, que forma parte de la MANET en zona rural, y un servidor con recursos de m-learning instalado en una red de infraestructura.

Estudio del impacto de la seguridad en el rendimiento de los dispositivos móviles, dado que el establecimiento de canales seguros implica un consumo adicional de energía (algoritmos de encriptación) y ancho de banda (transmisión de encabezados adicionales) [8].

Adaptación de aplicaciones y recursos m-learning para optimizar el consumo de energía y el aprovechamiento de ancho de banda en los dispositivos móviles.

#### 4 Resultados y Objetivos

El objetivo general que guía esta investigación aplicada es:

Brindar el acceso a recursos m-learning a personas que se encuentran en zonas rurales de recursos limitados, mediante el despliegue e integración de MANETs.

Para ello, se persiguen los siguientes objetivos específicos:

- Implementar escenarios que sirvan de soporte para la distribución de contenidos M-learning utilizando dispositivos móviles ubicados en zonas rurales.

- Estudiar tecnologías para el despliegue y formación de MANETs, y seleccionar la que mejor se adapte a zonas de recursos limitados.

- Estudiar tecnologías para la integración de MANETs a redes de infraestructura y seleccionar la adecuada para realizar la integración desde zonas rurales.

- Estudiar protocolos de seguridad extremo a extremo (nodo móvil a servidor) y seleccionar un nivel de seguridad óptimo sin comprometer el consumo de recursos de los dispositivos.

Los resultados preliminares de nuestra investigación fueron publicados en CACIC 2012: "Integración Segura de MANETs, desplegadas en zonas de recursos limitados, a Redes de Infraestructura" [7].

#### 5 Formación de recursos humanos

La propuesta involucra la integración de los conocimientos en esta área por parte de investigadores de UNSa (que tiene antecedentes en el tema) y de UNSE (investigadores que recién se inician en este tema).

El proyecto cuenta con la participación de estudiantes avanzados de carreras de grado en Informática, pertenecientes a la UNSE y se espera incorporar alumnos de la UNSa. Estos reciben formación en el área redes informáticas y experiencia en el desarrollo de investigaciones.

Uno de los investigadores de esta línea está desarrollando sus tesis de Maestría en Redes (UNLP); y dos alumnos están desarrollando su trabajo final de

grado de Licenciatura en Sistemas de Información (UNSE).

#### Referencias

1. IETF MANET Active Work Group, <http://tools.ietf.org/wg/manet>
2. IEEE 802.15 WPAN task 1, <http://www.ieee802.org/15/pub/TG1.html>
3. Bluetooth Special Interest Group: "Bluetooth Profiles Specification Version 1.1", en Specification of the Bluetooth System, tomo 2, Febrero 2001.
4. ETSI EN 301 344, Digital cellular telecommunications system, General Packet Radio Service (GPRS), Service description, V7.4.1, 2000.
5. Carlos de Morais Cordeiro and Dharma Prakash Agrawal. Integrating MANETs, WLANs, and Cellular Networks. En su: Ad Hoc and Sensor Networks - Theory and Applications. 2nd Ed. Singapore: World Scientific Publishing, 2011. pp. 587-620. ISBN: 978-9814338899.
6. Carlos de Morais Cordeiro and Dharma Prakash Agrawal. Wireless PANs. En su: Ad Hoc and Sensor Networks - Theory and Applications. 2nd Ed. Singapore: World Scientific Publishing, 2011. pp. 196-258. ISBN: 978-9814338899.
7. Sergio H. Rocabado Moreno, Javier Díaz, Ernesto Sánchez y Daniel Arias Figueroa. Integración Segura de MANETs, desplegadas en zonas de recursos limitados, a Redes de Infraestructura. CACIC 2012. Bahía Blanca, Nov. 2012.
8. P. Ni, Z. Li: "Energy cost analysis of IPSec on handheld devices", Elsevier (2004)
9. Cukierman, U., Virgili, J. La Tecnología educativa al servicio de la educación tecnológica. UTN, Bs.As., 2010.
10. Cukierman, U. y Otros. Una experiencia de uso de celulares en un curso de articulación escuela media y universidad en modalidad a distancia. VirtualEduca, Brasil, 2007.
11. Lion, C. Imaginar con Tecnologías: Relaciones entre tecnologías y conocimiento. Buenos Aires, 2007.
12. UNESCO. Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción. París, 2009.
13. Woodill, G. The mobile learning edge. Ed. Mc Graw Hill, 2011.