

# Uso de Herramientas Profesionales para una Docencia Práctica de Sistemas de Ingeniería de Telecomunicación

Baldomero Coll-Perales, Miguel Sepulcre y Javier Gozalvez

Laboratorio Uwicore, <http://www.uwicore.umh.es>  
Universidad Miguel Hernández de Elche. Avda. de la Universidad, s/n, 03202, Elche.  
[bcoll@umh.es](mailto:bcoll@umh.es), [msepulcre@umh.es](mailto:msepulcre@umh.es), [j.gozalvez@umh.es](mailto:j.gozalvez@umh.es)

**Resumen.** La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supone un importante reto para el profesorado de las universidades. Para la aplicación de modelos de enseñanza activos, dinámicos y participativos, es indispensable el empleo de las herramientas adecuadas, aspecto especialmente complicado en asignaturas que engloban el estudio íntegro de sistemas complejos. En este contexto, este artículo presenta una innovadora práctica docente basada en el empleo de herramientas profesionales que refuerza la fase de aprendizaje del alumno. En concreto, el artículo presenta la organización y resultados de un caso práctico empleado en la docencia de Comunicaciones Móviles en la Universidad Miguel Hernández de Elche, que permite a los alumnos reforzar el aprendizaje de conceptos tecnológicos complejos a través del análisis práctico del funcionamiento de una red de telefonía móvil.

**Palabras Clave:** Innovación docente, prácticas, herramientas profesionales, Ingeniería de Telecomunicación.

**Abstract.** The European Higher Education System represents an opportunity to develop novel teaching-learning methods more focused towards an active participation of the student. These methodologies are bound to play a very important role in engineering education that increasingly requires the understanding of highly complex systems. In this context, this paper presents an innovative teaching laboratory designed to reinforce the understanding of the theoretical concepts taught in lectures, and the understanding of the operation of mobile communication systems. To this aim, the laboratory uses advanced professional network testing tools, and is designed around the active participation of the students in field trials devoted to analyze the operation and performance of mobile communication systems.

**Keywords:** Innovative teaching laboratory, professional tools, engineering education.

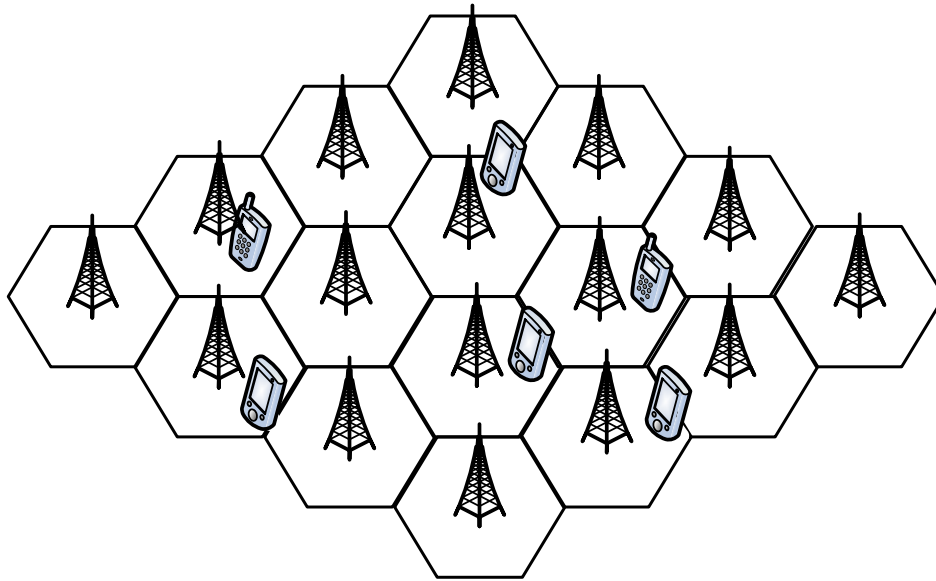
## 1. Introducción

La reciente implantación en las universidades españolas del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) representa un ambicioso plan para favorecer la

convergencia europea en materia de educación e implantar nuevos métodos docentes innovadores que garanticen la calidad, la movilidad, la competitividad y la formación integral de los estudiantes [1-2]. Dichos métodos no sólo reforzarán la capacidad de aprendizaje y comprensión de los alumnos, sino también sus perspectivas laborales y su capacidad de reorientación profesional a lo largo de su vida laboral [3]. Sin embargo, la aplicación de métodos docentes prácticos y participativos es especialmente difícil en el ámbito de las Ingenierías cuando se abordan sistemas complejos donde existe una importante interrelación entre sus elementos. Este es el caso, por ejemplo, de los sistemas de comunicaciones móviles que adquieren su sentido práctico cuando son estudiados a nivel de sistema, analizando como los distintos elementos que lo componen interactúan. En este contexto, el presente trabajo propone y describe una innovadora práctica docente que permite reforzar el aprendizaje del alumno a través del uso práctico de herramientas profesionales. En concreto, el profesorado cuenta con las herramientas profesionales Nemo Handy y Nemo Outdoor de la empresa Anite [4], herramientas habitualmente empleadas por profesionales para el testeo y la investigación sobre sistemas de comunicaciones móviles. Los resultados obtenidos han puesto en evidencia que la experiencia práctica puesta en marcha no sólo permite mejorar el aprendizaje de los alumnos, sino que supone también una motivación extra por parte del alumnado ya que el manejo de una herramienta profesional mejora y diferencia su currículum ante su inminente incorporación al mercado laboral.

## **2. Docencia en comunicaciones móviles**

La asignatura de Comunicaciones Móviles impartida tiene como principal objetivo el proporcionar los conocimientos necesarios para el desarrollo y estudio de sistemas de comunicaciones móviles. Para alcanzar el objetivo global de la asignatura, en primer lugar se estudian principios básicos de los sistemas de comunicaciones móviles, como la caracterización del canal móvil y técnicas de diversidad y combinación. Asimismo, se estudia el fundamento de diferentes técnicas que permiten el acceso al medio inalámbrico de múltiples usuarios de manera simultánea [5-6]. Una vez asimilados estos conceptos iniciales, se estudian los componentes básicos que integran un sistema de comunicaciones móviles (Figura 1) y se describen los estándares de telefonía celular más relevantes como GSM [7] o UMTS [8].



*Figura 1. Arquitectura básica de un sistema de comunicaciones móviles.*

### **3. Docencia práctica a través de herramientas profesionales**

La utilización eficiente de equipamiento en la docencia universitaria de sistemas de ingeniería complejos requiere de herramientas profesionales con un elevado potencial de análisis y una alta manejabilidad. Estas características se recogen en los productos profesionales de la empresa Anite: Nemo Handy [9] y Nemo Outdoor [10]. El primero de ellos es una potente aplicación software de monitorización del funcionamiento de una red de telefonía móvil soportada en un terminal móvil en modo ingeniería (Nokia 6720c). Esta herramienta es capaz de obtener avanzadas mediciones sobre llamadas de voz y video llamadas, transferencia de datos o navegación HTML/WAP. Nemo Handy permite referenciar temporal y espacialmente las medidas tomadas mediante un GPS externo. Con un conjunto de menús configurables, la herramienta permite monitorizar el estado de la red en tiempo real, aunque también es posible almacenar todos los parámetros de la red (incluida señalización) para su post-procesado. Este post-procesado se realiza usando la herramienta Nemo Outdoor (software que se ejecuta en un PC), la cual es capaz de ofrecer un importante conjunto de indicadores clave de rendimiento. Las medidas recogidas y su posterior análisis posibilitan la planificación del despliegue de las redes celulares, la verificación del funcionamiento de la red, y la optimización de los recursos de la red. La Figura 2 muestra un ejemplo del

uso de la herramienta Nemo Outdoor que utilizan los alumnos, así como algunas medidas que llevan a cabo durante su formación práctica.



*Figura 2. Herramienta Nemo Outdoor y referenciación de las medidas en Google Earth.*

#### **4. Organización del aprendizaje práctico**

Los siguientes puntos describen la ejecución del plan de aprendizaje programado en la asignatura Comunicaciones Móviles basado en la experimentación práctica y el manejo de herramientas profesionales.

##### **4.1. Clases guiadas de formación y manejo de la herramienta**

Tras las enseñanzas teóricas descritas en la anterior sección, la docencia práctica empieza con la introducción al alumno en el manejo de las herramientas Nemo Handy/Outdoor. Mediante clases guiadas por el profesorado, los alumnos descubren el potencial de la herramienta, sus posibilidades de configuración y la visualización de los parámetros, gráficas y estadísticas características de los sistemas de comunicaciones móviles. La Figura 3 muestra la herramienta software Nemo Handy, así como diferentes menús de configuración de la misma, y datos estadísticos del funcionamiento de una red en tiempo real.



*Figura 3. Herramienta Nemo Handy y diferentes menús de visualización.*

## 4.2. Clase práctica de medidas de campo

Para asimilar la formación adquirida en el aula sobre el manejo de las herramientas, se realizan medidas de campo en una zona de la ciudad de Elche siguiendo una guía preestablecida y en presencia del profesorado. Esta guía recoge indicaciones de las medidas a realizar, además de información de localización e identificación de las estaciones base<sup>1</sup>. Esta fase del plan de aprendizaje permite a los alumnos analizar el funcionamiento de una red celular real, realizando las medidas tareas realizadas por ingenieros durante la planificación, mantenimiento y optimización de las redes de telefonía. Los alumnos configuran el terminal para almacenar, entre otros, los mensajes de señalización de una comunicación de voz. En estas pruebas de campo, se realizan además tests para verificar el funcionamiento de procesos como la asignación de canales o los procesos de handover o el traspaso de llamadas entre estaciones base, así como pruebas centradas en transmisiones de datos.

## 4.3. Análisis de medidas en laboratorio

Las medidas tomadas durante las pruebas de campo son posteriormente analizadas por los alumnos y el profesorado en laboratorio docente con la ayuda de la herramienta Nemo Outdoor. Con esta sesión, los profesores pretenden que el alumno aprenda a analizar de forma crítica las medidas realizadas, y a obtener conclusiones sobre las mismas de forma razonada.

<sup>1</sup> Orange Lab, a través de un acuerdo de colaboración con la Universidad Miguel Hernández de Elche, ha cedido datos de localización e identificación de su red de telefonía móvil, además de dos tarjetas de usuario. que permiten realizar pruebas de campo ilimitadas a la máxima velocidad posible de su red.

#### **4.4. Profundización en el aprendizaje del manejo de la herramienta**

Los alumnos tienen la opción de asistir libremente al laboratorio para continuar, bajo la supervisión de los profesores, con la familiarización de las herramientas profesionales.

#### **4.5. Salida de campo**

Los alumnos, organizados en grupos, se enfrentan en este momento a realizar por ellos mismos un conjunto de pruebas de campo detalladas en una guía similar a la utilizada junto a los profesores. A cada grupo de la clase se le asigna una zona de la ciudad de Elche distinta, en la cual deben ser capaces de configurar correctamente el terminal Nemo Handy para la elaboración y el almacenamiento de las medidas. Posteriormente, en el laboratorio deberán analizar mediante la herramienta Nemo Outdoor las medidas tomadas. La realización de este análisis en grupos fomenta el debate/discusión sobre los resultados obtenidos y la obtención de conclusiones, lo cual fortalece el aprendizaje.

#### **4.6. Presentación y evaluación**

Por último, los alumnos presentan oralmente el análisis de las medidas realizadas ante los profesores, que intentan establecer un diálogo para conocer la profundización del análisis realizado. En este proceso, se valora la detección de posibles anomalías por parte de los alumnos en el funcionamiento de la red celular, y la propuesta de posibles soluciones o el razonamiento crítico ante el comportamiento mostrado. En la presentación se evalúa tanto el trabajo de grupo como el individual.

### **5. Conclusiones**

Este trabajo ha presentado una innovadora práctica docente implementada en la Universidad Miguel Hernández de Elche, y diseñada con el fin de reforzar el aprendizaje de sistemas complejos de ingeniería por parte de los alumnos a través de procesos participativos. Tras dos años de aplicación de las prácticas docentes en las asignaturas de Comunicaciones Móviles que los autores imparten, ha sido posible apreciar un mayor dinamismo y entusiasmo del alumnado, una mejor asimilación de los conceptos que se explican en clase, y una mayor satisfacción por la posibilidad de

manejar herramientas profesionales que mejoran claramente su posición ante la próxima búsqueda de empleo. En la actualidad, los autores están analizando las posibilidades de utilizar los procedimientos prácticos planteados durante todo el proceso docente.

## 6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (TEC2008-06728), el Ministerio de Economía y Competitividad (TEC2011-26109), los Fondos FEDER y la Generalitat Valenciana (ACIF/2010/161). Los autores también agradecen el apoyo de Orange España.

## 7. Referencias

1. M. Arias-Oliva, *El espacio europeo de educación superior: una oportunidad de desarrollo multidisciplinar a través del aprendizaje y la tecnología*, Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid, vol.5 (no. 15), (2009).
2. R. Pagani, *El crédito europeo y el sistema educativo español*, Informe Técnico, Madrid, (2002).
3. J.I. Pozo, *Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias*, Morata, Barcelona, (2009).
4. Anite URL: <http://www.anite.com>.
5. R. M. Ajay, *Fundamentals of cellular network planning and optimisation 2G/2.5G/3G...evolution to 4G*, John Wiley & Sons, Chichester, (2004).
6. W. H. Tranter, *Principles of communication systems simulation with wireless applications*, Prentice Hall, United States of America, (2004).
7. P. Stuckmann, Stuckmann, *The GSM evolution - Mobile packet data services*, John Wiley & Sons cop, England (2003).
8. B. Walke, *UMTS the fundamentals*, Wiley cop, England, (2003).
9. Anite, *Nemo Handy Air Interference Measurement Tool: User Manual*, Finlandia, (2011).
10. Anite, *Nemo Outdoor Air Interference Measurement Tool: User Manual*, Finlandia, (2011).