

## APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA NFC (*NEAR FIELD COMMUNICATION*) EN LAS PRÁCTICAS DE HISTOLOGÍA MÉDICA

**Ignacio Jimena Medina\***, **Miguel Ángel Gómez Luque**, **José Peña Amaro**, **Irene Luque Ruiz**,  
**Miguel Ángel Gómez Nieto**

\*cm1jimei@uco.es

**Universidad de Córdoba**

Received: dd/mm/yyyy      Accepted: dd/mm/yyyy

### **Abstract**

Despite the development of mobile device technology over recent years, its application in the field of teaching has not yet had a parallel development. Teaching subjects such as Histology has undergone a change in the digital use of its content and didactic methods. This paper describes a mobile device solution based on the use of Near Field Communication technology for supporting teaching in Medical Histology. The didactic contents are managed in a database which stores information and images corresponding to the histological slides that are handed out to students in the sample holders for their analysis under a microscope. By associating a single NFC chip to each sample holder and touching this chip with a Smartphone, students are given access to all the multimedia information related to the histological slides. The system developed, called HistoNFC, enables access to this information at any moment, as well as the follow-up to the didactic activity and student evaluation. Evaluation of the system has been carried out by Medical Histology students of Degree In Medicine at the University of Córdoba, assessing aspects of the assisted-learning process as well as technologies, and the results obtained have been very favourable for both.

**Keywords:** NFC, assisted learning, Medical Histology, teaching, Smartphone

### **Resumen**

A pesar del desarrollo de las tecnologías móviles en los últimos años, la aplicación de las mismas en la enseñanza no ha tenido aún un desarrollo paralelo. La docencia en asignaturas como la Histología, han experimentado un cambio hacia el uso de la digitalización de sus contenidos y métodos de enseñanza. En este Proyecto se describe una solución móvil basada en el uso de la tecnología Near Field Communication para apoyar la docencia en Histología Médica. Los contenidos docentes son gestionados en una base de datos que almacena información docente e imágenes correspondientes a las preparaciones histológicas que son entregadas a los alumnos en los porta-objetos para su análisis en el microscopio. Asociando un chip NFC único a cada porta-objetos y tocando este chip con un Smartphone los alumnos disponen, sin necesidad de una aplicación móvil, de acceso a toda la información multimedia relacionada con las preparaciones histológicas. El sistema desarrollado, denominado HistoNFC, posibilita el acceso a esta información en cualquier momento, así como el seguimiento de la actividad docente y evaluación de los alumnos. La evaluación del sistema fue realizada por alumnos de Histología Médica del Grado de Medicina, valorando aspectos tanto del proceso enseñanza-aprendizaje como tecnológico. Los resultados obtenidos han sido muy favorables en ambos casos.

**Palabras clave:** NFC, enseñanza asistida, Histología Médica, enseñanza, *Smartphone*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las asignaturas de Histología Médica I y e Histología Médica II se imparten en el primer y segundo año del Grado de Medicina de la Universidad de Córdoba. En la enseñanza de estas asignaturas las prácticas en el Aula de Microscopía constituyen un pilar fundamental, puesto que se trata de asignaturas eminentemente visuales [1], lo que hace imprescindible que los alumnos sean entrenados en el análisis de imágenes microscópicas. Para ello, disponen de 2 horas prácticas en el aula de Microscopía en las que realizan la observación de 4 ó 5 preparaciones histológicas de diferentes órganos y tejidos humanos en un microscopio óptico que tienen asignado. Previamente los alumnos disponen en el Aula Virtual de la UCO de: a) un guión de la práctica que incluye información sobre las muestras y los objetivos a alcanzar en cada preparación observada; b) microfotografías a diferentes aumentos y de diferentes zonas de cada una de las preparaciones.

El nuevo plan de estudios en el Grado de Medicina en la Universidad de Córdoba [2] ha supuesto una reducción en el número de horas presenciales del alumno y un aumento en el tiempo dedicado al trabajo personal y auto aprendizaje. Esto hace que sea necesario buscar herramientas que favorezcan este aprendizaje individual. En este sentido, en los últimos años han tenido lugar importantes cambios en la enseñanza de la Histología mediante el uso de nuevas tecnologías que complementan y, en ocasiones, sustituyen métodos de enseñanza tradicional por el uso de medios tecnológicos [3-5]. Uno de los principales objetivos de la puesta en marcha de estos nuevos métodos de enseñanza ha sido la digitalización de los contenidos docentes que, entre otras cosas, permita que

dichos contenidos estuvieran continuamente accesibles a los alumnos, que se puedan disminuir las necesidades de equipamiento (microscopios) y, principalmente, que se adapten a las características de las nuevas generaciones de alumnos digitales. Esta nueva generación de alumnos digitales requiere nuevas herramientas de enseñanza que incorporen el uso de tecnologías móviles que les permita acceder a información en cualquier momento y lugar.

Entre estas tecnologías de comunicación se encuentra NFC (Near Field Communication) [6], disponible en la mayoría de los *Smartphone* del mercado. La característica principal es que simplifica el proceso de interconexión, reduciéndolo a, simplemente, acercar el *Smartphone* a un lector, otro *Smartphone* o Tag/Chip NFC. Una vez realizado este simple gesto, el Smartphone o lector recibe la información en un formato estandarizado.

Desde hace años la tecnología NFC ha sido utilizada en el entorno universitario, principalmente con diferentes objetivos como son la identificación y control de presencia de personas [7], el acceso a información en bibliotecas y los juegos educativos para el aprendizaje [8].

Asimismo NFC ha sido ampliamente utilizado en el campo de la salud, existiendo una amplia variedad de instrumental médico que integra chips NFC, *wearables* para identificación de pacientes y personal médico, Tags asociados a medicamentos que posibilitan la lectura de las instrucciones y la dosificación por parte de los pacientes, [9,10]. Sin embargo no tenemos constancia de propuestas del uso de NFC en la docencia de los alumnos de Medicina.

En este Proyecto presentamos una herramienta basada en la tecnología NFC (Histo-NFC) aplicada a la enseñanza de Histología Médica. La solución propuesta posibilita la personalización de los contenidos docentes gracias a una estructura de la información abierta a cualquier tipo de contenido multimedia. Una arquitectura basada en servicios Web permite que los alumnos puedan acceder a esta información en cualquier momento y lugar, sin necesidad de instalar en sus dispositivos móvil una aplicación, de manera que alumno puede estudiar y repasar las observaciones y contenidos explicados en el aula.

Con dicha herramienta y durante las prácticas en el Aula de Microscopía el alumno, con solo acercar su Smartphone al portaobjetos tendrá información sobre el material humano del que procede la muestra, el procesamiento y tinción de la misma, los objetivos a alcanzar y las micrografías realizadas sobre esa muestra. Igualmente podrá acceder a un contenido más amplio, tanto teórico como práctico de la asignatura y a una pequeña evaluación.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este Proyecto es la incorporación de las tecnologías de comunicaciones móviles, Web y sin contacto en las asignaturas de Histología Médica I e Histología Médica II. La incorporación de esta tecnología sin contacto NFC, permitirá la construcción de *Smart Labs* en los cuales los alumnos de Histología Médica puedan acceder a toda la información necesaria en su formación de forma inmediata con tan sólo interactuar con cualquier objeto presente en el *Smart Lab*.

Además de este objetivo principal pretendemos alcanzar otros objetivos específicos, entre los que destacamos los siguientes:

- facilitar el acercamiento y la utilización por parte del alumnado de las TICs
- desarrollar de un recurso docente para favorecer el autoaprendizaje del alumno
- hacer más atractivo el aprendizaje en el Aula de Microscopía
- realizar el análisis, diseño y desarrollo de una solución servidora Web que permita a los responsables docentes la carga, actualización y mantenimiento de los portaobjetos inteligentes

### 3. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la experiencia, se utilizaron preparaciones histológicas, correspondientes a órganos del tubo digestivo, elaboradas en el laboratorio. Así, se prepararon mediante inclusión en parafina 4 cortes histológicos correspondientes a esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso. De cada bloque se extrajeron mediante cortes sagitales 32 muestras que fueron teñidas con hematoxilina-eosina y finalmente colocados en un total de 128 portaobjetos

A continuación, se hicieron una serie de microfotografías de esos portaobjetos a diferentes aumentos con un microscopio Nikon elipse 1000 que tenía acoplada una cámara Sony conectada a un ordenador de sobremesa. Por tanto, las preparaciones utilizadas son las mismas que los estudiantes observarán con sus microscopios durante las prácticas presenciales.

A cada uno de los 128 porta-muestras se les adhirió un chip NFC del tipo NTag 215 (Figura 1) que identificaba el acceso a la preparación asociada a la muestra. Simplemente con acercar el móvil al chip quedaba identificada la muestra histológica que había en el portaobjetos. Gracias a la identificación única de estos chips, cada uno de ellos identificaba sin ambigüedad a cada portaobjeto y, por lo tanto, a la preparación histológica existente en el mismo. Esta integración del mundo real y digital, como ya se ha demostrado en otras experiencias, favorece la formación y motivación de los alumnos en el proceso de aprendizaje.



Figura 1. Imágenes de los portaobjetos con el chip NFC y su utilización en la práctica en el Aula de Microscopía

Además, se recopiló la información más relevante acerca de las principales tinciones (incluidas las utilizadas para la preparación de la experiencia), así como de los conceptos básicos que el alumno debe conocer sobre tejidos y órganos. Esta información incluía texto, fotos, así como otra información relevante de carácter docente que pudiera servir de apoyo a los alumnos. Previamente al desarrollo de la experiencia, esta información fue cargada en la base de datos de HistoNFC, se realizaron pruebas de control del correcto funcionamiento y se establecieron las opciones de seguridad y acceso a los contenidos.

### 4. DESCRIPCIÓN

La interfaz de HistoNFC ha sido diseñada para ser sencilla, atractiva y fácil de usar por cualquier tipo de usuario y con un rápido acceso a toda la información. Esta interfaz se organiza en 6 iconos que dan acceso a los principales elementos de información: usuario (*login*), tinción, estructuras (contenidos teóricos), muestras (contenidos prácticos), historial y pruebas de evaluación (Figura 2a) El acceso a algunas funcionalidades de HistoNFC puede estar restringido, requiriéndose la identificación del usuario. Cuando se selecciona este icono del menú principal se accede al formulario

de *login* (Figura 2b). Como se puede observar los usuarios pueden identificarse por su cuenta Facebook, Twitter o registrarse en el sistema.



Figura 2. Capturas de pantalla que muestran diferentes características de HistoNFC.  
2a. Pantalla principal de HistoNFC. 2b. Identificación de usuario. 2c. Clic en icono Muestras.  
2d. Clic en icono HUM-ESO-001 (Muestra de Esófago)

Teclando sobre los iconos el alumno puede acceder a la información de cada uno de ellos, la cual se presenta en la pantalla del móvil en forma de listas. Dentro de estas, aparecen unos ítems acompañados de unos iconos que al ser seleccionados mostraran información detallada sobre el mismo (Figuras 2c y 2d). La navegabilidad dentro de la pantalla es completa, de forma que los alumnos con un solo clic pueden moverse entre los diferentes contenidos.

También HistoNFC permite a los profesores la realización de pruebas prácticas a los alumnos. Los estudiantes accederán a esas pruebas acercando el móvil al chip asociado al portaobjetos y después podrán revisar los resultados de esas pruebas. Durante la realización de estas pruebas, el acceso a la información estará bloqueado.

## 5. RESULTADOS OBTENIDOS

La solución funcional propuesta está basada en una solución Web, cliente/servidor que no requiere por parte de los usuarios finales la instalación de una aplicación móvil nativa. Esta característica posibilita que la dicha solución sea independiente de la amplia diversidad de dispositivos y sistemas operativos, pudiendo ser ejecutada tanto desde dispositivos móviles, como desde ordenadores de sobremesa con el único requisito de disponer de un navegador Web estándar.

Una vez realizadas las pruebas de HistoNFC se procedió a su validación incorporando el sistema a la docencia práctica de la asignatura de Histología Médica II que se imparte en el segundo curso del Grado de Medicina. Concretamente se realizaron en las prácticas correspondientes al Tubo Digestivo, que tuvieron lugar en el Aula de Microscopía y en las que participaron, distribuidos en sesiones de 2 horas, 122 alumnos matriculados en la asignatura.

La seguridad de la prueba se llevó a cabo por medio de la geolocalización de los alumnos. De esta forma, solo los alumnos que se encontraban en el Aula de Microscopía tuvieron acceso a la información de las muestras durante o después de la realización de las pruebas. Durante el desarrollo de las explicaciones no se procedió al bloqueo de la base de datos, por lo que los alumnos, a través de la aplicación, podían acceder a cualquier información relacionada con tinciones, estructuras histológicas y otras muestras visibles existentes en la base de datos.

### 5.1 METODOLOGÍA DE LA PRUEBA

Con el objeto de conocer la experiencia de los alumnos sobre la implantación de HistoNFC en la docencia, realizamos una encuesta anónima que tuvieron que completar antes de la siguiente sesión de prácticas. La encuesta consistió en 22 ítems (Tabla 1) divididos en dos secciones destinadas, respectivamente, a la evaluación de los aspectos docentes y ayuda al aprendizaje (10 ítems), y al soporte tecnológico ofrecido por HistoNFC y uso de la tecnología NFC (12 ítems). Los alumnos deberían responder estas cuestiones en una escala de 1 (muy negativamente) a 5 (muy positivamente) o mediante respuestas Si/No.

Sobre los aspectos docentes		Sobre la herramienta HistoNFC y NFC	
<b>L1</b>	¿Crees que puede favorecer el aprendizaje teórico de la asignatura?	<b>T1</b>	¿Te ha resultado fácil su uso?
<b>L2</b>	¿Crees que puede favorecer el aprendizaje práctico de la asignatura?	<b>T2</b>	¿Te ha resultado atractiva la interfaz?
<b>L3</b>	¿Te ha sido útil para la realización de la actividad práctica?	<b>T3</b>	¿Te ha resultado fácil navegar a través de las opciones?
<b>L4</b>	¿Sería conveniente que se utilizara en las actividades prácticas como apoyo?	<b>T4</b>	¿Te ha resultado fácil el registro de usuario?
<b>L5</b>	¿Desearías que se implantara y llenara de contenidos para apoyo al estudio teórico?	<b>T5</b>	¿Te ha resultado fácil acceder a la información?
<b>L6</b>	¿Desearías que se implantara y llenara de contenidos para apoyo al estudio práctico?	<b>T6</b>	¿Te ha resultado fácil navegar a través de los enlaces existentes en la información?
<b>L7</b>	¿Colaborarías en completar la herramienta de contenidos?	<b>T7</b>	¿El formato y aspecto de cómo se presenta la información es adecuado?
<b>L8</b>	¿Consideras que la información aportada sobre la asignatura es la apropiada?	<b>T8</b>	¿Crees que es una ventaja no necesitar instalar una aplicación móvil para su uso?
<b>L9</b>	¿Consideras que la información está estructurada correctamente para el aprendizaje?	<b>T9</b>	¿Conocías la tecnología NFC?
<b>L10</b>	¿Te gustaría que se implantara este tipo de enseñanza/aprendizaje en otras asignaturas como herramienta de apoyo?	<b>T10</b>	¿Tu dispositivo móvil incorpora NFC?
		<b>T11</b>	¿Has utilizado NFC en la experiencia?
		<b>T12</b>	¿Crees que NFC es más intuitivo y cómodo que el uso de QRs?

Tabla 1. Encuesta de opinión y satisfacción realizada

## 5.2 RESULTADOS DE LA PRUEBA

Durante el desarrollo de las cinco sesiones de prácticas se llevaron a cabo los 121 registros de los alumnos en el sistema y un total de 1027 accesos a la aplicación HistoNFC. Uno de los alumnos no se registró en el sistema aunque si realizó posteriormente la encuesta anónima de opinión.

El 92% de los alumnos accedieron a la información general de las muestras, mientras que un 8% de los mismos (10 alumnos) no interactuaron con la aplicación por deseo propio, por no disponer de dispositivo móvil o razones desconocidas.

De los 121 alumnos registrados, un 88% accedieron a la información relativa a las estructuras y características de las muestras, lo que nos indica que un 4% de los alumnos que si accedieron a la información general de las muestras no accedieron al detalle de las estructuras de alguna de las tres muestras objeto de la sesión de prácticas.

Una vez terminadas las sesiones prácticas, la información de las muestras se dejó accesible desde HistoNFC para que los alumnos pudieran acceder a la misma desde cualquier ubicación, comprobándose que el 98% de los alumnos habían accedido a la información general, detalle e información completa de las tres muestras en los días sucesivos. Estos accesos se realizaron predominantemente desde dispositivos móviles (91%) y desde otras localizaciones a la del centro docente (78%).

Los resultados de las encuestas permitieron observar que de los 122 encuestados, únicamente un 23.77% conocían la tecnología NFC y sólo el 39.34% disponían de dispositivos móviles con NFC (en este tipo de población es muy frecuente el uso de móviles iPhone que lamentablemente tienen restringido el uso de esta tecnología únicamente a operaciones de pago móvil), por lo que se permitió

el acceso a la información de las muestras directamente desde el portal HistoNFC. Sin embargo, el 38.52% de alumnos utilizaron NFC para el acceso a las muestras (el 98% de los que disponían de un móvil con NFC) y un 68.03% informaron que consideran NFC mucho más intuitivo que el uso de QR lo que incluye a un alto porcentaje de alumnos que no disponían de NFC en su dispositivo.

La principal ventaja que encontraron los alumnos fue la del uso de NFC y HistoNFC sin necesidad de descargarse e instalar un aplicación en su dispositivo móvil, cuestión a la que respondieron afirmativamente el 88.52% de los encuestados, lo que supone un elevadísimo porcentaje teniendo en cuenta que no todos los alumnos interactuaron con la aplicación.

Los resultados de la encuesta acerca de la aplicación HistoNFC y sus características fueron muy satisfactorias (Tabla 2). A los alumnos le resulto fácil el uso de la aplicación (T1), atractiva (T2), muy usable (T3, T5 y T6) y adaptada al contenido que manipula (T7). La puntuación más baja (T4) fue atribuida al proceso de registro

Item	Average	STDEV
T1	4.52	0.85
T2	4.48	0.76
T3	4.48	0.83
T4	4.22	1.16
T5	4.59	0.78
T6	4.48	0.85
T7	4.66	0.67

Tabla 2. Resultados de las encuestas. Ítems T1-T7

La satisfacción de los alumnos acerca del uso de la herramienta HistoNFC en la actividad docente queda demostrada por los resultados de la encuesta. Los alumnos consideran que la herramienta puede favorecer en el aprendizaje teórico y práctico de la asignatura (L1 y L2); igualmente valoran positivamente que se implantara definitivamente y se llenara de contenidos para el aprendizaje teórico (L5 y L6).

También consideraron que HistoNFC ha sido muy útil en la realización de las actividades docentes prácticas (L3), por lo que creen conveniente que se normalizara su uso en la docencia práctica de la asignatura (L4). Esta valoración positiva como herramienta de apoyo a la docencia la extienden los alumnos a otras asignaturas, por lo que consideran que se debería también implantar y llenar de contenidos para otras asignaturas del plan docente (L10).

Cuando se les preguntó si desearían colaborar con el Departamento en actividades destinadas a completar el sistema de contenidos un 21% de alumnos respondieron negativamente (L7) y un 30% respondieron positivamente (L7). Este resultado pone de manifiesto la dificultad de motivar a algunos alumnos para que realicen actividades que, aun no estando dentro de la programación docente, pueden beneficiar su formación y ayudar a la formación de otros alumnos.

Item	Average	STDEV
L1	4.48	0.74
L2	4.82	0.42
L3	4.34	0.95
L4	4.61	0.71
L5	4.42	0.99
L6	4.77	0.57
L7	3.24	1.50
L8	4.67	0.58
L9	4.66	0.64
L10	4.63	0.80

Tabla 2. Resultados de las encuestas. Ítems L1-L10

## 7. CONCLUSIONES

En este Proyecto se presenta una solución móvil basada en el uso de la tecnología Near Field Communication como soporte a la enseñanza de Histología Médica los alumnos del Grado de Medicina. HistoNFC aúna otras propuestas docentes basadas en portales de contenidos y microscopios virtuales en una solución móvil, adaptada a las nuevas generaciones de estudiantes, y que posibilita el acceso a la información en cualquier momento y lugar. Además permite el seguimiento de la actividad de los alumnos y su evaluación por parte de los profesores.

La simplicidad de uso de la tecnología NFC, que no se requiere la instalación de una aplicación móvil en los dispositivos y su disponibilidad en la gran mayoría de teléfonos móviles hace de esta tecnología un soporte docente apropiado en su formación práctica de Histología Médica.

Debido a ello, los resultados obtenidos de las experiencias han sido muy favorables, siendo valorada como una herramienta sencilla, fácil de usar y versátil que permite a los alumnos disponer de las imágenes y contenidos en y fuera de las clases prácticas y que favorece el trabajo personal del alumno. Igualmente HistoNFC ha mostrado ser una potente herramienta para el profesor, ya que puede plantear cuestionarios, realizar un seguimiento completo del uso de la aplicación que hacen los alumnos y limitar su acceso en determinadas situaciones.

Es nuestro próximo objetivo completar los contenidos que actualmente gestiona HistoNFC para ser utilizada en toda la docencia práctica de las asignaturas de Histología Médica I e Histología Médica II que se imparten en el Grado de Medicina de la Universidad de Córdoba, en particular, y del Grado de Medicina que se imparte en la Universidad de Córdoba.

## AGRADECIMIENTOS

The authors would especially like to thank Mr. Antonio Agüera for laboratory technical support

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Lei, L., Winn, W., Scott, C., Farr, A. Evaluation of computer-assisted instruction in Histology: effect of interaction on learning outcome. *Anat. Rec. (Part B: New Anat)* 284B, 28-34, 2005.
- [2] Plan de Estudios del Grado de Medicina en la Universidad de Córdoba. <http://www.uco.es/medicina/node/15> (last accessed February, 2017).

- [3] Hortsch, M. Virtual biology: teaching histology in the age of facebook. *FASEB J.*, 2013, 27, 411–413.
- [4] Holaday, L., Selvig, D., Purkissand, J., Hortsch, M. Preference of Interactive Electronic Versus Traditional Histology Learning Resources by University of Michigan Medical Students During the First Year Histology Component. *Med. Sci. Educ.*, Vol. 23 (4), 607-619, 2013.
- [5] Multon, S., Weatherspoon, A., Schaffer, P., Quatresooz, P., Defaweuxé, V. Practical histology in tune with the times. *Medical Education*, 2015, 49(11), 1166-1167.
- [6] Hendry, M. *Near Field Communications: Technology and Applications*; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2015.
- [7] Benyó, B., Sódor, B., Doktor, T., Fördós, G. Student attendance monitoring at the university using NFC. *Wireless Telecommunications Symposium (WTS)*, IEEE Press, 2012, 1-5.
- [8] Brassai, B., Varga, B., Simon, K., Török-Vistai, T. GeoQuesting: Mobile Adventure Game and Web-Based Game Editor. *SISY 2014, IEEE 12th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*. IEEE Press, 2014, 99-103.
- [9] Johnson Chao-Sheng Huang, Yin-Tzu Lin, Joseph Kwong-Leung Yu, Kan Liu, Yau-Hwang Kuo. A Wearable NFC Wristband to Locate Dementia Patients through a Participatory Sensing System. *2015 International Conference on Healthcare Informatics (ICHI)*, IEEE Press, 2015, 208-212.
- [10] Prodanoff, Z., Jones, E.L., Chi, H., Elfayoumy, S., Cummings, C. Survey of Security Challenges in NFC and RFID for E-Health Applications. *International Journal of E-Health and Medical Communications*, 2016, 7(2), 1-13.