

# Una Aplicación Móvil para el Museo de Física de la Universidad Nacional de La Plata

F.Javier Diaz<sup>1</sup>, Ivana Harari<sup>1</sup>, Andrea Gallego<sup>1</sup> y Leandro Aguilar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata.  
50 y 120, La Plata 1900, Buenos Aires, Argentina  
{jdiaz, iharari}@info.unlp.edu.ar  
andreamgallego@yahoo.com.ar  
leandrotaguilar@hotmail.com

**Resumen.** Hoy en día junto con los avances tecnológicos surgen nuevas formas de interacción, afectando la forma de visualización y de comunicación que se diseña para los usuarios. El surgimiento de los dispositivos móviles con sus sensores, cámara, capacidades gráficas y de procesamiento, da lugar a la posibilidad de desarrollar aplicaciones donde la interacción con el usuario sea optimizada y adaptada. En este sentido, se trabajó en un proyecto entre la Facultad de Informática y el Museo de Física, ambas instituciones de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), que consistió en el desarrollo de una aplicación móvil que utiliza código QR para mejorar la visualización de los instrumentos en exposición y proveer formas no tradicionales de recorrido y visitas del museo. Enriqueciendo de esta manera, con información aumentada, sintetizada y presentada en distintos formatos multimedia, el patrimonio cultural que allí se conserva.

**Palabras claves:** Tecnologías de la información y comunicación TICs, Código QR, Realidad aumentada, Sistema operativo Android, Aplicaciones móviles.

## 1 Introducción

El museo de Física de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), es un espacio de encuentro con la ciencia abierto a todo el público. En su interior, alberga una colección de más de 2.000 instrumentos utilizados para la enseñanza de la Física en las Universidades de principios del siglo XX. Ofrece una atractiva propuesta a través de sus importantes instrumentos centenarios de demostración de fenómenos físicos para todos aquellos interesados en acercarse al conocimiento de la Física.

El delicado equilibrio entre museo histórico y centro interactivo de ciencias obliga a minimizar el uso del acervo, buscando opciones que posibiliten un acceso a mayor cantidad de personas a través de la utilización de nuevas tecnologías dentro de la exposición y la difusión masiva a través de la Web [1]. Esto posibilita optimizar la observación presencial como virtual de la mayor cantidad de instrumentos en funcionamiento y sus características.

Una de las líneas que se realizaron en este marco de modernización tecnológica del museo y que se va a detallar en este artículo, es la utilización de dispositivos móviles para que, mediante el código de respuesta rápida (Código QR) [2], permita al visitante del museo amplificar la vista y observación de los instrumentos en exhibición, con el aumento de la información de los mismos. Este aumento en la percepción del instrumento por parte del usuario, se manifiesta a través de recursos multimedia adicionales, como ser detalles de imágenes ampliadas, videos del instrumento en funcionamiento, audio con sonidos y explicaciones que lo identifican, juegos educativos específicos, que se ponen de manifiesto a través del dispositivo móvil.

Modernizar las muestras itinerantes con información ampliada de la sala y el patrimonio del museo a través del uso de los dispositivos móviles, es una propuesta atrayente que no sólo permite estrechar el acercamiento con los niños y jóvenes, sujetos asiduos a la tecnología, sino también facilitaría el acceso a la información de personas con discapacidad que concurren a las visitas del museo regularmente, dando lugar a recorridos auto gestionados y a experiencias enriquecedoras.

## **2 El Museo de Física**

El Museo de Física de la UNLP, es una institución que pertenece al Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas [3]. Está dedicado a la exposición, investigación, experimentación y divulgación de actividades educativas cuya misión es promover el acercamiento a la ciencia y la tecnología, en un ambiente atractivo e informal. Constituye un vínculo entre la extensión y la docencia formal [1].

El museo ofrece un sistema de visitas guiadas que está dirigido al público en general y a grupos de nivel preescolar, escolar, terciario, universitario. Concurren también grupos de personas pertenecientes a escuelas de educación especial.

Este establecimiento cuenta con una sala central con vitrinas sectorizadas y clasificadas según las diferentes áreas de la Física como ser óptica, mecánica, ondas y sonido, electromagnetismo y astronomía. Estas vitrinas albergan instrumentos centenarios que son mostrados y explicados de una manera didáctica y pedagógica por parte de un equipo de profesionales de diferentes disciplinas.

En un principio, los objetos dentro de las vitrinas como las vitrinas en sí, no poseían ningún cartel o información que los identifique y que explique su funcionamiento, dificultando al visitante la posibilidad de recorrer y conocer el museo a través de sus propios medios.

Los visitantes que llegaban al museo sólo contaban con la ayuda de los guías para poder enriquecer sus conocimientos sobre los distintos objetos y, en algunos eventos especiales, podía observarse el funcionamiento de los mismos, cuando el personal del museo los sacaba de las vitrinas para exponerlos en una mesa central. Por otra parte, el museo no disponía de ningún sistema de información que permitiera administrar la información relacionada a los objetos en exposición.

En este sentido, era de suma importancia para el museo disponer de un sistema, que no sólo le permita administrar la información de los objetos, sino también que le brinde al visitante la posibilidad de recorrerlo en forma autónoma, sin la necesidad de

solicitar un guía, y a su vez, de poder tener diferentes vistas de los instrumentos aún estando dentro de sus vitrinas.

### **3 La Mejora Tecnológica Propuesta**

Al observar el desarrollo tecnológico que ha experimentado la humanidad desde mediados del siglo XX hasta la actualidad, hace pensar que más que un avance, se ha producido una verdadera revolución. Mantenerse conectado a Internet y manipular información digital desde cualquier parte y en cualquier momento, se han convertido en necesidades básicas para la sociedad de estos tiempos. Y, conforman un campo propicio para innovar tecnológicamente en este sentido, en una entidad abierta al público y de interés general, como es el Museo de Física.

En un principio se propuso aprovechar las potencialidades que ofrecen los dispositivos móviles como ser su tamaño reducido, portabilidad, incorporación de cámaras, sensores incluidos como GPS (Global Positional System), brújula digital, acelerómetros y giroscopios, importante capacidad de procesamiento gráfico y almacenamiento de datos [4], para dar lugar al desarrollo de una aplicación de realidad aumentada (RA) [5]. Pero, esto no fue factible de realizar por las condiciones físicas que presentaba el Museo de Física. Debido a que el museo se encuentra en un único habitáculo sin ventanas, donde los instrumentos se encuentran apilados, con poca luz, detrás de vitrinas cerradas, donde se produce mucho reflejo a través del vidrio de las mismas. Las vitrinas tienen la misma ubicación tanto en el primer piso como en la planta baja y son recorridas a través de pasillos laterales.

Estas condiciones y factores en el interior del lugar, hicieron que no fuera posible la utilización del sensor GPS, ni reconocimiento de imágenes a través de la cámara del celular, ya que se lograba poca identificación de los instrumentos. La realidad aumentada fue descartada.

Por tal motivo, la propuesta definitiva y consensuada de trabajo conjunto entre el Museo de Física y la Facultad de Informática, ambas unidades pertenecientes a la UNLP, fue el aplicar aumento de la información de los dispositivos e instrumentos expuestos en el museo, mediante código QR, para gestionar distintos tipos de contenidos, en un entorno científico, educativo y cultural, en pos de ofrecer al visitante una experiencia más personalizada e innovativa.

Específicamente, se incorporaron los dispositivos móviles al museo, como herramientas para optimizar la captación y observación de los instrumentos en exhibición, aumentando la información percibida por el visitante, con elementos adicionales sintetizados y presentados en distintos formatos multimedia.

Para ello, se desarrolló una aplicación móvil que permite al visitante investigar sobre el museo y acceder a información adicional que se dispone de los objetos que se exponen en él, pudiendo observar más allá del objeto real, videos del mismo en funcionamiento, explicaciones textuales, visuales y auditivas, acceso a sitios Web que lo referencian, juegos educativos sobre el tema y encuestas relacionadas para incentivar la participación del usuario.

El visitante puede interactuar con la aplicación de una manera activa, construyendo sus propios recorridos del museo, personalizados y auto gestionados, como también configurando por sí mismo, el nivel de información que desea obtener de los objetos de interés y el formato preferido para observarlos.

El personal del museo además de dirigir las visitas guiadas tradicionales, tendrá un nuevo rol como ser el de observar el comportamiento del usuario frente a estos nuevos recursos tecnológicos brindados, acompañar al mismo en sus recorridos personales, supervisar y/o evacuar consultas. Además, administrar la información digitalizada en sus distintos formatos.

Para esto último, también se desarrolló una aplicación Web administrativa, que permite al personal del museo administrar toda la información adicional, relacionada a los objetos en exposición, como textos, páginas, imágenes, audios, videos y juegos. Incluye un generador de códigos QR. Toda la información está alojada en un servidor de base de datos que no poseían, la cual fue diseñada especialmente en este proyecto y que constituye también una fuente de información centralizada, para nutrir el sitio Web oficial del museo con estos nuevos elementos multimedia.

## 4 El Código QR

En pos de implementar la propuesta de mejora tecnológica enriqueciendo y aumentando la información del objeto o instrumento de exhibición que el usuario está percibiendo mediante el uso de dispositivos móviles, se trabajó sobre el concepto de código QR o marcadores.

Un marcador, denominado en inglés *fiducial markers*, es una imagen 2D impresa con un formato específico reconocido por la aplicación que se desarrolla [6].

En la Fig.1 pueden verse diferentes tipos de marcadores de los que existen lectores de código abierto.

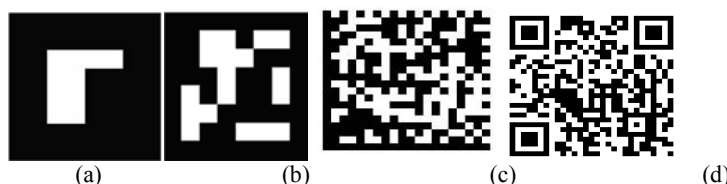


Fig.1. Diferentes tipos de marcadores: template(a), ID-Marker (b), DataMatrix(c), QRCode (d)

Los marcadores *template* (Fig.1 a) son muy conocidos dado que son los utilizados por la librería de realidad aumentada ARToolkit [7], que fue la primera librería que popularizó las aplicaciones de realidad aumentada. El formato es un cuadrado negro y dentro del mismo se encuentra un cuadrado blanco que tiene en su interior, una imagen asimétrica en negro.

Los marcadores *ID-marker*, que se observan en la Fig.1 (b), fueron los marcadores utilizados en este proyecto. Estos marcadores codifican un número de 9-bits (hasta 512 diferentes) en un patrón de 6 x 6, repitiendo los 9 bits 4 veces completando los 36 bits. Una variante de estos marcadores son los denominados BCH (Bose, Ray-Chaudhuri, Hocquenghem), los cuáles son más robustos que los anteriormente

descritos, ya que usa un algoritmo avanzado de chequeos de redundancia cíclica (CRC) que permite restaurar marcadores dañados. Se incrementa el número de marcadores disponibles a un total de 4096.

Los marcadores *DataMatrix* y *QRCode* (Fig.1 c y d) no fueron diseñados específicamente aplicaciones como las de realidad aumentada, sino que su propósito inicial es codificar una serie de caracteres ASCII. Uno de los usos más comunes es la codificación de una dirección Web o URL de forma que una aplicación al leerlos y decodificarlos, pueda derivar al sitio web codificado. Por esto, su uso principal se asocia a los hipervínculos.

Mientras que los *DataMatrix* pueden almacenar hasta 2335 caracteres, los *QR Code* almacenan 4296 caracteres. Una diferencia entre ellos radica que el *QR Code* incluye además símbolos japoneses. Ambos códigos son abiertos y pueden descargarse de forma gratuita aplicaciones lectoras para los teléfonos celulares del mercado [8].

## 5 Descripción de la Aplicación Móvil para el Museo de Física

La aplicación móvil que se desarrolló para el Museo de Física, fue implementada en Java sobre el framework Spring bajo el sistema operativo Android [9].

Una vez que el usuario ingresa al museo, puede hacer uso de esta aplicación móvil, descargada previamente desde el sitio oficial del museo. El aplicativo posee una interfaz del usuario que respeta los estándares de diseño para móviles [10].

El personal del museo tiene a disposición varios dispositivos móviles con la aplicación ya cargada por si algún usuario quiere experimentar ese nuevo modo de recorrido por el museo y no tiene los recursos tecnológicos para hacerlo.

La primera pantalla que se observa al iniciar el sistema, presenta cuatro actividades principales como se muestra en la Fig.2. Las actividades son: *Sobre el museo*, donde se presenta su historia y mapa; la actividad *Explora*, que permite hacer uso de la identificación de objetos con código QR y aplicar el aumento de la información; la actividad *Encuesta*, para el feedback del usuario con sus opiniones, sugerencias, y grado de conocimiento adquirido; y finalmente, la actividad *Ayuda* que permite guiar al usuario sobre el uso del sistema.



Fig.2. Pantalla principal

La actividad *Sobre el Museo* (Fig.3), tiene el objetivo de mostrarle al usuario información básica acerca del mismo y un mapa de las instalaciones. La información que se visualiza aquí es la misma que la del sitio Web tradicional. Se obtiene el contenido directamente del sitio oficial mediante una tarea asincrónica que logra la comunicación con el servidor y el pasaje de la información.

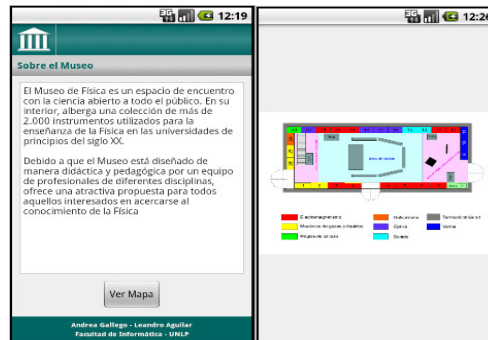


Fig.3. Actividad “Sobre el Museo”

La actividad *Explora* es la componente funcional principal de la aplicación móvil. Cuando el usuario selecciona esta opción del menú, se ejecutará la tarea dedicada a la lectura del código QR. Una vez que detectó y leyó el código, se procesa el resultado que se recibe de la lectura, la cual representa el identificador del objeto sobre el cual está interactuando el usuario.

A partir de aquí, el usuario tendrá la posibilidad de observar información adicional de dicho objeto tanto en formato texto, como también en audio (Fig.4).

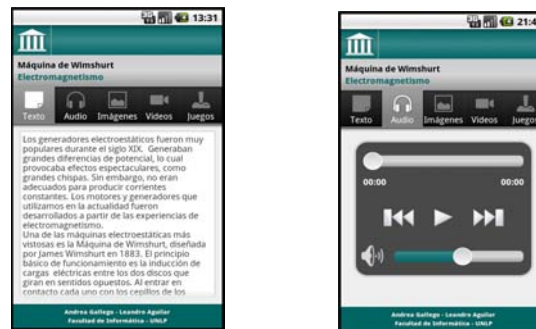


Fig.4. Actividad *Explora*, pestañas *Texto* y *Audio*

También, el usuario podrá visualizar contenido adicional mediante imágenes y videos relacionados al objeto, que aumentan y enriquecen la información transmitida al usuario. Esto se muestra en la Fig. 5, donde se observan las pestañas de la aplicación destinadas para esto.

A través de esta sección, el usuario puede visualizar un conjunto de imágenes asociadas al objeto. En principio, se puede ver el listado de imágenes con su nombre y una breve descripción de la misma. Cuando el usuario selecciona una de ellas, la

imagen entera se visualizará en tamaño completo y el usuario podrá navegar hacia la izquierda o derecha entre las imágenes disponibles, sin necesidad de volver al listado.

En este sector se utiliza un escuchador para los eventos táctiles que se produzcan en la pantalla, así se puede interpretar los gestos que el usuario realiza con el dedo. Si hace un arrastre, el sistema lo interpreta como movimientos entre imágenes disponibles, en cambio cuando toca la pantalla, el sistema muestra y oculta la descripción de la imagen activa.

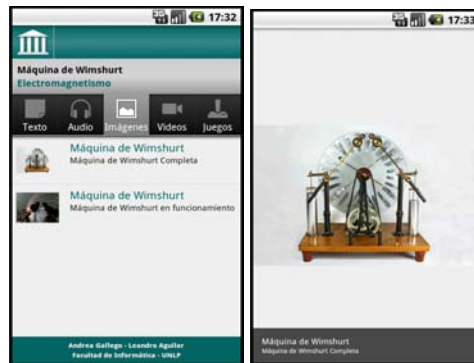


Fig.5. Actividad “Explora”, pestaña Imágenes

Un aspecto de la aplicación que permite agilizar la interacción, es que la imagen se guarda en una memoria caché para tenerla disponible en caso que el usuario quiera girar la pantalla para verla en distintas posiciones. De esta forma, se evita comunicarse nuevamente con el servidor.

En el caso de seleccionar videos, se muestra la pantalla visualizada en la Fig.6. En esta sección el usuario podrá ver distintos videos relacionados al objeto. Se debe seleccionar uno de los videos listados y se lo puede visualizar en pantalla completa.

La información del video que se visualiza en la Fig.6 y que el usuario seleccionó previamente, tiene un identificador de un video de YouTube [11], como ser la url <http://www.youtube.com/watch?v=Zilv19tS0Og> el id es Zilv19tS0Og.

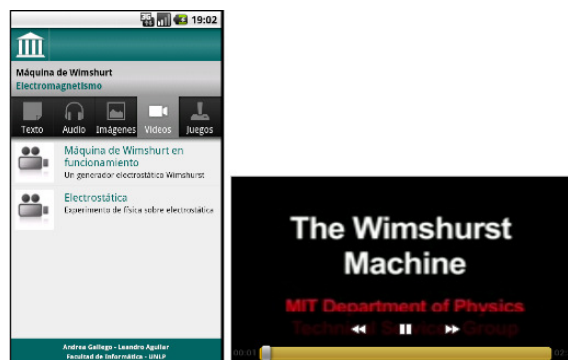


Fig.6. Actividad Explora, pestaña Videos

Entonces, para poder reproducir este video, se debió acceder al archivo xml con la información que se corresponde a ese identificador [12]. Para ello, YouTube provee

la url <https://gdata.youtube.com/feeds/api/videos/>, que es su protocolo del API de datos. Dentro de este archivo xml encontramos la url del video con formato 3gp el cual soporta la aplicación.

En el caso de la pestaña *Juegos*, se muestra al usuario una pantalla con dos tipos de juegos educativos específicos para el objeto que se está visualizando, el *Trivia* y *Unir con Flechas* (Fig.7). De esta manera, se puede evaluar lo que el usuario aprendió del objeto que estuvo observando, como también analizar la efectividad de la aplicación como mecanismo comunicacional y educativo.



Fig.7. Actividad *Explora*, pestaña *Juegos*

Los contenidos de los juegos *Trivia* (Fig.8) y *Unir con Flechas* (Fig.9) son dinámicos y aleatorios, ya que dependen del objeto y de las opciones cargadas en una base de datos del servidor.



Fig.8. Actividad *Explora*, pestaña *Juegos*, *Trivia*

El juego *Trivia* presenta otros aspectos dinámicos, como ser el tipo de las preguntas que se generan en el momento, las cuáles pueden ser de selección múltiple o del estilo Sí/No, y el tipo de respuesta, con una opción correcta, varias o ninguna. Es por este motivo, que los distintos componentes utilizados para representar las preguntas y respuestas del juego, se crean dinámicamente al iniciar la actividad.

Una vez que el usuario responde todo, se valida la cantidad de respuestas correctas que realizó y se muestra los resultados al usuario a través de un cuadro de diálogo. Estos resultados se registran en el servidor para poder ser analizados posteriormente.

El desarrollo del juego *Unir con Flechas*, consiste en relacionar un concepto de la columna izquierda con uno de la columna derecha. Para ello, el usuario debe



seleccionar un concepto de alguna de las columnas para activar la flecha y arrastrar la misma hacia el concepto de la otra columna que el usuario considera que se corresponde. El juego termina cuando logre unir todos los conceptos (Fig.9).

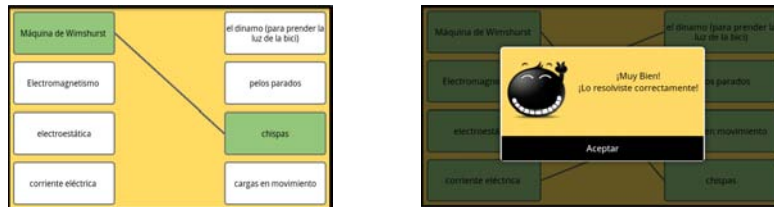


Fig.9. Actividad *Explora*, pestaña *Juegos*, *Unir con Flechas*

Cuando el usuario une todos los conceptos, se le muestra un diálogo indicando la cantidad de asociaciones correctas. También, la jugada se guarda en el servidor para analizar posteriormente el grado de comprensión de los conceptos relacionados con el objeto que el usuario adquirió con la experiencia.

También, se tiene la actividad *Encuesta* (Fig.10) que el usuario debe responder. Luego, el personal del museo tendrá acceso a los resultados a través del sitio Web de administración, como sucede con el tema de los juegos, lo que les permitirá sacar distintas conclusiones con respecto a la visita que realizó el usuario.

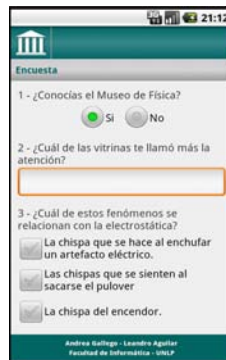


Fig.10. Actividad *Encuesta*

La carga de la encuesta se realiza dinámicamente al igual que se hace con *Trivia*, pero aquí se permiten además, respuestas abiertas para que el usuario escriba con el teclado virtual que se activa automáticamente. Otra diferencia que se tiene, es que aquí no hay corrección, sino que simplemente, se envían los resultados al servidor para que puedan ser almacenados y consultados posteriormente.

## 6 Conclusiones

El Museo de Física es un establecimiento que alberga más de 2000 instrumentos de Física en un ambiente único y cerrado, para el cual se desarrolló una aplicación móvil

para el aumento de la información exhibida basada en código QR. El mismo tuvo como objetivo ofrecer entornos más verosímiles que permitan al visitante una mayor inmersión, generando la posibilidad de que interactúen directamente con los objetos expuestos de una forma atractiva y a la vez didáctica. El mundo virtual y sintético lleva al museo, lo que el mundo real no puede, gracias a la capacidad de insertar objetos virtuales en un espacio real.

Mediante una aplicación móvil sencilla, fue posible aumentar la información transmitida de la colección de los instrumentos que se pueden observar en el museo, ofreciendo distintos formatos de contenidos como videos, imágenes, texto y audio, y también de actividades como explorar, jugar, participar.

Este concepto de participación activa ofrecida a través de la exploración con la aplicación, las encuestas y los juegos, permitió manifestar la interactividad en tiempo real. No sólo se pretendió mostrar información aumentada y complementaria de los instrumentos en exposición, sino que se intentó producir una retroalimentación de la experiencia con el participante.

Teniendo en cuenta la afinidad de los jóvenes con las nuevas tecnologías, el personal del museo espera que esta nueva interfaz sirva para acercar a los estudiantes a las temáticas que abarca el museo, habitualmente fuera de los intereses de la mayoría de los niños y adolescentes. Por otra parte, el número siempre creciente de visitantes a la página de internet del Museo los obliga a mejorar y actualizar constantemente los contenidos, y este proyecto permitió adicionar y centralizar nuevos materiales digitalizados.

## Referencias

1. Von Reichenbach, M.C; Cabana, M.F: El Museo de Física como vínculo entre la extensión y docencia formal. Universidad Nacional de La Plata- CONICET.
2. Ajay R. Mishra. Cellular Technologies for Emerging Markets: 2G, 3G and Beyond. John Wiley & Sons, Ltd. 2012
3. Sitio oficial del Museo de Física de la Fac. de Cs. Exactas, UNLP. [museo.fisica.unlp.edu.ar/](http://museo.fisica.unlp.edu.ar/)
4. Zhou, F.; Dhu, H. and Billinghurst, M. (2008) "Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR" Proceedings of 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2008), pp 193-202.
5. Azuma, R.; Baillot, Y.; Behringer, R.; Feiner, S.; MacIntyre, B. (2001) "Recent Advances in Augmented Reality". IEEE Computer Graphics and Applications, 21(6), 34-47.
6. Denso Wave Corp. Documentation of the QR Codes <<http://www.denso-wave.com/qr/code/index-e.html>>
7. ARToolkitPlus [en línea] <<http://handheldar.icg.tugraz.at/artoolkitplus.php>>
8. Saquele Jugo a los Código QR. Conozca el potencial de escanear Código QR en smartphones. Fernando Toledo.
9. Gargenta Marko. Learning Android. 1º Edición, O'Reilly Media, Inc. 2011.
10. Designing Effective User Interfaces for Wireless Devices. Reza B'Far with Roger Richards and Stephen Ditlinger.
11. Guía para desarrolladores. Protocolo API de datos de YouTube. [developers.google.com](http://developers.google.com)
12. XML - Edición 2012, de Miguel Ángel Acera, Editorial Anaya