

REALIDAD AUMENTADA BASADA EN MOBILE TAGGING: UNA TÉCNICA PARA PRESENTAR CONTENIDOS ASOCIADOS A UN HERBARIO

AUGMENTED REALITY BASED IN MOBILE TAGGING: TECHNIQUE FOR PRESENTING CONTENTS ASSOCIATED WITH THE HERBARIUM



AUTOR

KEYLA ROSA ARRIETA MEJÍA
Ingeniera de Sistemas
*Universidad de Córdoba
Auxiliar de Investigación
Grupo SOCRATES
karrieta@correo.unicordoba.edu.co
COLOMBIA

AUTOR

JORGE ELIECER GÓMEZ GÓMEZ
Magíster en Ingeniería Telemática
*Universidad de Córdoba
Docente Catedrático
Departamento de Ingeniería de Sistemas
jgomez@correo.unicordoba.edu.co
COLOMBIA

AUTOR

DANIEL JOSÉ SALAS ÁLVAREZ
Magíster en Informática
*Universidad de Córdoba
Decano
Facultad de Ingeniería
danielsalas@correo.unicordoba.edu.co
COLOMBIA

INSTITUCIÓN

*UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
UNICOR
Universidad Pública
Carrera 6 No. 76-103, Montería-Córdoba
COLOMBIA

INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN O DEL PROYECTO: El proyecto de investigación Construcción de una aplicación web para el herbario de la Universidad de Córdoba (HUC) con acceso a contenidos por medio de dispositivos móviles utilizando realidad aumentada basada en Mobile Tagging, se implementó con el fin de que los usuarios dispongan de las colecciones del herbario y su información, para facilitar los procesos de formación y lograr mayor visibilidad del mismo.

RECEPCIÓN: 31 de Agosto de 2012

ACEPTACIÓN: 10 de Octubre de 2012

TEMÁTICA: Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Telecomunicaciones y Telemática

TIPO DE ARTÍCULO: Artículo de Investigación Científica y Tecnológica.

RESUMEN ANALÍTICO

Este trabajo tiene como propósito plantear una técnica para presentar contenidos asociados al herbario HUC de la Universidad de Córdoba que utiliza realidad aumentada basada en la tecnología Mobile Tagging. Esta tecnología de escaneo utilizada para acceder a los contenidos alojados en el herbario virtual construido para el herbario HUC permite que desde cualquier dispositivo móvil dotado de cámara y software lector de Qr codes, códigos 2D de respuesta rápida, se obtenga información adicional del objeto observado. La técnica de herbario virtual con Mobile Tagging para el acceso a contenidos permite ampliar la realidad observada por el estudiante y por tanto el conocimiento adquirido durante las consultas realizadas en el herbario. Posterior a la construcción del herbario virtual se crearon los contenidos multimedia y se realizó la etiquetación online de ejemplares y offline de familias en el herbario HUC con el fin de implementar la tecnología Mobile Tagging. Finalmente, se realizó un cuasiexperimento que permitió evaluar los efectos de la técnica para presentar contenidos asociados al herbario HUC en el Rendimiento Académico de los estudiantes del grupo de trabajo. Se llega a la conclusión de que la técnica de herbario virtual con acceso a contenidos mediante Mobile Tagging mejora el Rendimiento Académico de los estudiantes evaluados.

PALABRAS CLAVES: Realidad Aumentada, , Mobile Tagging, QR Code, Herbario, Rendimiento Académico

ANALYTICAL SUMMARY

The purpose of this Project is to suggest a technique for presenting contents, associated with the herbarium in Cordoba University that uses augmented reality technology-based Mobile Tagging. This scanning technology used to access content housed in the virtual herbarium built for the HUC allows from any mobile device equipped with a camera and reader software of QR codes, 2D codes of rapid response, obtain additional information from the object that is observed. The technique of virtual herbarium with Mobile Tagging for access to content allows you to extend the reality observed by the student and therefore the knowledge gained during the consultations in the herbarium. Subsequent to the construction of the virtual herbarium was created multimedia content and are tagging with QR code online and offline the families and species in the herbarium HUC in order to implement the technology Mobile Tagging. Finally, we performed a quasi-experiment that allowed us to assess the effects of the technique for presenting contents associated with the herbarium HUC in students' academic performance of the working group. As a conclusion the virtual herbarium technique with Mobile Tagging contents improve the academic achievement of the evaluated students.

KEYWORDS: Augmented Reality, Mobile Tagging, QR Code, Herbarium, Academic Achievement

INTRODUCCIÓN

El proceso de aprendizaje está sometido a un constante cambio inherente a la optimización del proceso formativo de los estudiantes, especialmente en lugares de consulta del campus universitario como los herbarios.

En un herbario se depositan muestras botánicas deshidratadas de la flora de una región específica acompañada de información relevante y almacenada en estantes por un tiempo indefinido, la consulta de las

muestras o ejemplares es útil para complementar los conocimientos adquiridos en las clases y para realizar investigaciones en el área.

El uso de la Realidad Aumentada en ambientes como el herbario enriquece la experiencia de consulta brindando al estudiante o visitante amplia información sobre lo observado. Y el utilizar la tecnología Mobile Tagging para aplicar la Realidad Aumentada resulta fácil y muy práctico debido a la difusión de la tecnología móvil y el bajo costo de implementación convirtiéndose en

una técnica que se integra los objetos del herbario sin distorsionar la imagen general y aportando un elemento de valor, más datos al usuario interesado en el ejemplar observado.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1 REALIDAD AUMENTADA

Según [1] la Realidad Aumentada (RA) es una variación de los Ambientes Virtuales, o Realidad Virtual (RV) como es comúnmente llamada. Las tecnologías de RV sumergen completamente al usuario dentro de un ambiente artificial. En contraste, la RA permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales superpuestos.

Según [2] la Realidad Aumentada se refiere a todos los casos en los cuales la visualización de un entorno real de otro modo es aumentada por medio de objetos virtuales. Sin embargo, introdujeron el concepto de Realidad Mixta, argumentando que entre un ambiente virtual y uno real se encuentra la Realidad Mixta (Mixed Reality), la cual se divide en Realidad aumentada y Virtualidad aumentada, esta última más cercana al mundo virtual mientras que la RA se acerca más al mundo real.

De acuerdo con lo anterior y a manera de conclusión de ambas definiciones, que en realidad no se alejan mucho una de la otra, se puede decir que la RA consiste en añadir objetos virtuales generados por computadoras (imágenes, animaciones, audio, video) a la realidad que podemos percibir con nuestros ojos. Y más que un término, concepto, herramienta o tecnología esta nueva forma de ver lo que nos rodea ya es un hecho; pues ya se encuentra entre nosotros y se puede decir que desde los inicios de los años 90 se ha venido investigando, logrando que hoy haya una gran tendencia a la inclusión de la RA a diversos campos como es el caso de la educación.

En la educación siempre se ha buscado la inclusión de las tecnologías más recientes, buscando siempre el beneficio de los aprendices y la inmersión de todo tipo de personas incluyendo aquellas que tienen discapacidades. Algunos términos como adaptabilidad, conciencia contextual, aprendizaje móvil, entre otros; ya han sido integrados a los procesos de aprendizaje y, ahora con la llegada de la RA, se han iniciado nuevos trabajos como el libro electrónico, sistemas de 3D para discapacitados visuales, entre otros.

1.2 MOBILE RID

Una tecnología utilizada para trabajar con etiquetas es Mobile RID, consiste en la integración de chips lectores RFID a dispositivos móviles para que los usuarios puedan escanear este tipo de etiquetas de forma más cotidiana a la comúnmente realizada en empresas que utilizan la tecnología RIFD. La Identificación por Radiofrecuencia (RFID) es un medio de auto identificación de objetos de forma fácil y rápida [3].

En comparación con el Mobile Tagging, esta tecnología resultaría más costosa debido al tipo de etiquetas utilizadas y a la necesidad de que el dispositivo cuente con el chip específico de lectura.

1.3 MOBILE TAGGING

Es el proceso de escaneo y decodificación de información incorporada en códigos 2D utilizando dispositivos móviles. Dicha información puede estar almacenada directamente en la etiqueta, que puede ser un QR Code, de modo que el acceso sería offline y en otras ocasiones puede ser un enlace a la web proporcionando un acceso online a la información, en este caso se requerirá que el dispositivo móvil además de la cámara cuente con internet.

De modo el Mobile Tagging permite añadir a cualquier objeto físico una capa digital con información proporcionando así al usuario información del objeto mediante realidad aumentada.

Para descifrar o decodificar el código el usuario debe tener en su dispositivo móvil un lector de códigos 2D, este se puede descargar directamente al móvil mediante UMTS, GPRS, LAN Inalámbrica o también, una vez descargado en una computadora, transferirlo al móvil mediante un cable de datos, bluetooth, o infrarrojos; esto claro está depende de las características de conexión que brinde el móvil [9].

1.4 QR CODE Y REALIDAD AUMENTADA

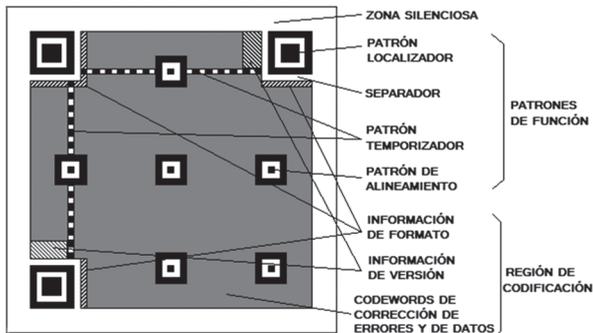
Los Qr Codes son códigos de dos dimensiones creados por la empresa japonesa Denso-Wave en 1994, son de código abierto y sus estándares son JIS X 0510 publicado en 1999 e ISO/IEC18004 aprobado un año después y revisado en 2006 (ISO/IEC18004:2006).

Inicialmente los QR Codes se utilizaron para el registro de partes de vehículos pero en la actualidad tiene muchas aplicaciones comerciales, especialmente para usuarios de dispositivos celulares debido a que existe software incorporado en dichos dispositivos que permite la lectura de este tipo de códigos.

Un código QR Code se puede utilizar de forma impresa o por pantalla para ser decodificado por cualquier dispositivo que cuente con una cámara y el software adecuado. Es superior a los códigos de barras porque permite almacenar hasta 7.089 caracteres, que pueden ser ASCII o información binaria.

Entre las principales ventajas de este tipo de códigos [4] expone la posibilidad de grabar caracteres en dirección vertical y horizontal, de ahí su característica de 2D (Bidimensional); el hecho de que es posible corregir en un 30% los datos perdidos por deterioro mediante la técnica de corrección de errores de Reed Solomon; y la velocidad de lectura gracias a los patrones localizadores (Ver Figura 1) que permite detectar la posición del código en una orientación de 360°, es decir no interesa la posición de la etiqueta no impedirá la lectura de sus contenido.

FIGURA 1. Estructura de un QR Code versión 7.



Fuente: Tomado de [4].

El uso de este tipo de códigos se ha popularizado mucho debido a que actualmente existe software libre lector que al ser incorporado a un dispositivo celular que cuenta con cámara de fotos permite fácilmente realizar la decodificación de las etiquetas, por tal razón es ampliamente utilizado para almacenar direcciones URL, SMS, textos, información personal o sobre el objeto que posee el QR Code brindándole al usuario información adicional superpuesta a la realidad que observa.

De modo que es factible la aplicación de Realidad Aumentada mediante QR Codes entendiendo Realidad Aumentada como el conjunto de recursos que permiten al usuario, en tiempo real, recibir e interactuar con

información no percibida por sus sentidos sino a través de dispositivos externos de captura de la realidad como son las cámaras o gafas especiales y unidades de procesamiento y conectividad externas como los dispositivos móviles.

1.5 EL HERBARIO

Un herbario es una dependencia científica de investigación sistemática dedicada al estudio de la flora de una región específica; en el cual se depositan colecciones de muestras botánicas deshidratadas, procesadas para su conservación, e identificadas, y acompañadas de información importante, como: nombre científico y común, utilidad, características de la planta en vivo y del sitio de muestreo, así como la ubicación del punto donde se colectó. Dichas muestras e información correspondiente a cada una se almacena en estantes por un tiempo indefinido. Es importante añadir, que también existen herbarios que orientan sus investigaciones y por tanto sus colecciones a tipos específicos de plantas de acuerdo con el propósito con el que este haya sido constituido, es decir, comercial, medicinal, entre otros.

Los herbarios se encuentran regidos por normas específicas establecidas para estos, en el caso de Colombia, por la Asociación Colombiana de Herbarios ACH en conjunto con la Asociación Colombiana de Botánica ACB. Esta última cuenta con un sitio web en el que se puede encontrar información básica acerca de los herbarios que se encuentran legalmente constituidos en el país.

En el herbario HUC de la Universidad de Córdoba la colección está clasificada en los estantes por familias y a los ejemplares se les asigna un número según el orden de ingreso, estos ejemplares son etiquetados con el nombre científico de la especie, el número y la localidad. Según [6] la información manejada en la base de datos botánica aplicada a la flora es de un nivel de abstracción más alto que la manejada en un herbario debido a que en la primera se requiere manejar toda la información de la clasificación taxonómica botánica existente, la clasificación taxonómica se realiza en tres niveles que son: familia, género y especie sin llegar a nivel de ejemplares; en cambio en un herbario es de mayor importancia disponer de la información relacionada a cada ejemplar en específico como la fecha de recolección, el colector y la ubicación.

Respecto al herbario virtual nace como una herramienta de consulta gratuita de personas interesadas en las plantas de una determinada región. Se compone de una colección de imágenes digitales de las especies, cada

espécimen contiene información del lugar y fecha de colección, el colector, el nombre científico y el nombre común.

2. METODOLOGIA

Esta investigación es de tipo cuasi experimental y de carácter descriptivo en la cual se midieron las siguientes variables: Técnica para presentar contenidos asociados al herbario HUC, la tradicional y el herbario virtual con Mobile Tagging; y el Rendimiento Académico.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

En la primera fase se utilizó la técnica de grupo focal, inicialmente se reunieron docentes especialistas en el tema para elaborar el instrumento de evaluación que luego fue validado para comprobar su confiabilidad.

La segunda fase consistió en aplicar la preprueba a los estudiantes de los grupos Experimental y de Control, antes de realizar la actividad programada, luego se inició el tratamiento experimental que consistió en actividades de consulta usando la técnica de herbario virtual con Mobile Tagging en el grupo experimental y una consulta tradicional en el grupo de control. Por último y para finalizar el tratamiento experimental se aplicó una postprueba y el cuestionario de opinión de los estudiantes.

2.2 INSTRUMENTOS

Para la medición del Rendimiento Académico en los estudiantes se diseñaron una preprueba y una postprueba relacionada con la consulta de familias y especies en particular del curso de Botánica en la Universidad de Córdoba. La aplicación de las pruebas objetivas permitió diferenciar los resultados de los grupos experimental y de control en el aprendizaje de lo consultado.

2.3 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

El instrumento utilizado en este proyecto fue elaborado por docentes especializados en el área Botánica del Departamento de Biología de la Universidad de Córdoba asociados al herbario HUC.

Para el cálculo de la validez y confiabilidad de las pruebas objetivas se utilizó el método de mitades partidas (split-halves).

Con el fin de determinar la facilidad y pertinencia del Herbario virtual con Mobile Tagging se diseñó un cuestionario dirigido a estudiantes y docentes utilizando una escala de Likert de cinco puntos como se muestra en la tabla 1.

TABLA 1. Escala de Likert

Muy de acuerdo	5
De acuerdo	4
Indeciso	3
En desacuerdo	2
Muy en desacuerdo	1

Fuente: Modificado de [7].

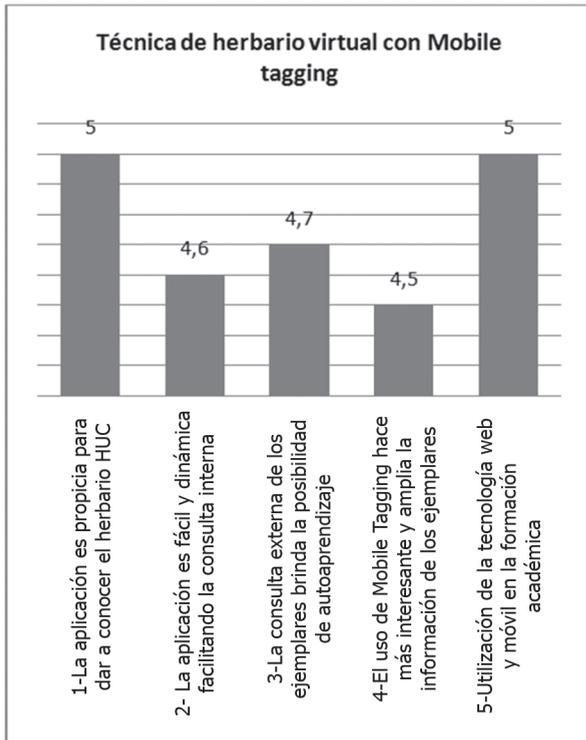
3. RESULTADOS

Las preguntas aplicadas a estudiantes y personal del herbario HUC para determinar la facilidad y pertinencia del Herbario virtual con Mobile Tagging se describen a continuación:

1. Considero propicia la utilización de la aplicación web en el herbario para dar a conocer al público en general los servicios, proyectos, noticias y demás información relevante relacionada con el herbario HUC.
2. Me resultó fácil y dinámica la navegación por las rutas de acceso a la información con que cuenta la aplicación web permitiendo que desarrolle mejor las actividades de consulta interna.
3. La consulta de ejemplares en el herbario virtual brinda la posibilidad de acceder a la colección del herbario HUC de forma externa facilitando el proceso de auto aprendizaje.
4. El acceso a los contenidos mediante Mobile Tagging amplía de forma práctica la información que tradicionalmente se encuentra en el herbario propiciando un mayor interés y motivación en las colecciones del herbario.
5. El uso de tecnologías web y móviles en el herbario HUC hace muy interesante el proceso de consultas de ejemplares requerido en la formación académica.

La figura 2 muestra el resumen de los resultados obtenidos:

FIGURA 2. Resultados de encuesta de satisfacción aplicada a estudiantes y personal del herbario HUC



3.1 VALIDACIÓN EXPERIMENTAL

Este trabajo de investigación busca proponer una técnica para contenidos asociados al herbario basada en Herbario virtual con Mobile Tagging que mejore el servicio de consulta en el herbario de la Universidad de Córdoba HUC y el rendimiento académico de los estudiantes que visitan el herbario.

Para la validación del Rendimiento Académico de los estudiantes se tomaron un grupo experimental que utilizó la técnica de herbario virtual con Mobile Tagging y un grupo de control de utilizó la técnica tradicional durante actividad de consulta.

La muestra utilizada para el estudio fueron grupos de acuerdo a la disponibilidad de los cursos en la experimentación. Estuvo compuesta por un total de 20 estudiantes, pertenecientes al curso de Sistemática del programa de Biología.

3.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para recoger los datos necesarios que permitieron medir los conocimientos previos y posteriores relacionados con la temática se utilizaron la preprueba y postprueba.

La preprueba se aplicó a todos los estudiantes antes del tratamiento experimental consistente en la actividad de consulta relacionada con la temática seleccionada.

La postprueba fue aplicada a la totalidad de los estudiantes que participaron en este estudio una vez desarrollaron actividad de consulta relacionada con la temática seleccionada.

3.3 EQUIVALENCIA INICIAL

Para comprobar la validez de los resultados obtenidos durante el experimento, se determina que los grupos experimental y de control sean equiparables previo al experimento. La tabla 2 muestra el resumen estadístico de los mismos.

TABLA 2. Resumen estadístico inicial

	Control	Experimental
Recuento	10	10
Promedio	3,36	3,48
Mediana	3,45	3,6
Desviación Estándar	0,594792	0,56921
Coefficiente de Variación	17,70%	16,36%
Mínimo	2,4	2,6
Máximo	4,2	4,2
Rango	1,8	1,6
Cuartil Inferior	2,7	2,8
Cuartil Superior	3,6	3,8
Sesgo Estandarizado	-0,367498	-0,50261
Curtosis Estandarizada	-0,511913	-0,683195

3.3.1 Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de Grupo_Control: 3,36 +/- 0,42549 [2,93451, 3,78549]
Intervalos de confianza del 95,0% para la media de Grupo_Experimental: 3,48 +/- 0,407189 [3,07281, 3,88719]

Intervalos de confianza del 95,0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -0,12 +/- 0,546959 [-0,666959, 0,426959]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 <> media2

suponiendo varianzas iguales: t = -0,460933

valor-P = 0,650367

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Comparación de Medianas

Mediana de muestra 1: 3,45

Mediana de muestra 2: 3,6

Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas

Hipótesis Nula: mediana1 = mediana2

Hipótesis Alt.: mediana1 <> mediana2

Rango Promedio de muestra 1: 9,35

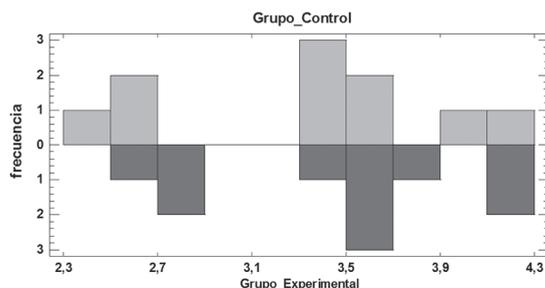
Rango Promedio de muestra 2: 11,65

$W = 61,5$ valor-P = 0,402475

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Esta opción ejecuta la prueba W de Mann-Whitney para comparar las medianas de dos muestras. Esta prueba se construye combinando las dos muestras, ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los rankeos promedio de las dos muestras en los datos combinados. Debido a que el valor-P es mayor ó igual que 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95,0%.

FIGURA 3. Comparación grupo de control y experimental.



En conclusión se pudo demostrar la existencia de equivalencia inicial entre el grupo de control y el grupo experimental por lo tanto se procedió a realizar las actividades de consulta en el herbario con ambos grupos.

3.4 COMPARACIÓN DEL POS TEST

Como la prueba de normalidad de los datos del Rendimiento Académico del Grupo Experimental establece que los mismos no provienen de una distribución normal, para la comparación del Rendimiento Académico del Grupo de Control y el Grupo Experimental se usó una prueba de hipótesis no paramétrica como se muestra a continuación.

Comparación de Medianas

Mediana de muestra 1: 3,9

Mediana de muestra 2: 4,5

Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas

Hipótesis Nula: mediana1 = mediana2

Hipótesis Alt.: mediana1 <> mediana2

Rango Promedio de muestra 1: 7,1

Rango Promedio de muestra 2: 13,9

$W = 84,0$ valor-P = 0,0100438

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Debido a que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95,0%. La tabla 3 muestra el resumen estadístico del pos test:

TABLA 3. Resumen estadístico del post test

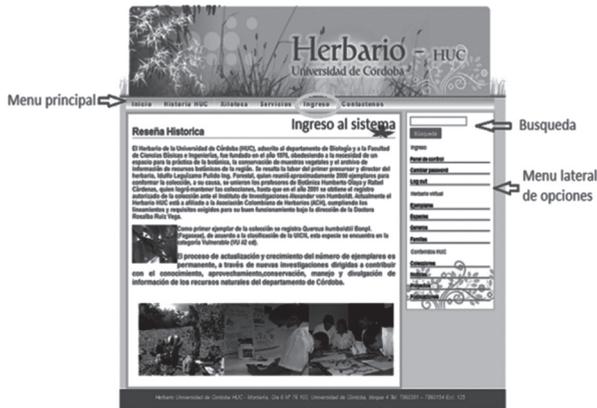
	Control	Experimental
Recuento	10	10
Promedio	3,92	4,38
Mediana	3,9	4,5
Desviación Estándar	0,399444	0,257337
Coefficiente de Variación	10,19%	5,88%
Mínimo	3,3	4
Máximo	4,4	4,6
Rango	1,1	0,6
Cuartil Inferior	3,8	4,2
Cuartil Superior	4,2	4,6
Sesgo Estandarizado	-0,608359	-0,71716
Curtosis Estandarizada	-0,506351	-1,01755

El grupo experimental obtiene un promedio de Rendimiento Académico de 4,38 y el grupo de control de 3,92 durante el post test, lo cual comprueba que la técnica de herbario virtual con Mobile Tagging en las consultas directas mejora de forma significativa el rendimiento académico en el grupo con el que se trabajó en comparación con el grupo que realizó la actividad de consulta de forma tradicional.

3.4 SISTEMA WebHUC

La aplicación WebHUC fue creada con el objetivo de brindar a los usuarios la posibilidad de acceder a través de la web y mediante Mobile Tagging a la información del herbario HUC de la Universidad de Córdoba.

FIGURA 4. Vista principal de WebHUC



Los componentes de la vista principal (Figura 4) son la historia, xiloteca, servicios, ingreso y contacto.

El menú lateral permite al público en general consultar las colecciones, noticias, proyectos y publicaciones y los usuarios registrados, además de las opciones permitidas al público, tienen acceso al herbario virtual compuesto por familias, géneros, especies y ejemplares. Estos componentes guardan relación basándose en la clasificación taxonómica. Las Figuras 5 y 6 muestran dos vistas principales del herbario virtual.

FIGURA 5. Vista ejemplares

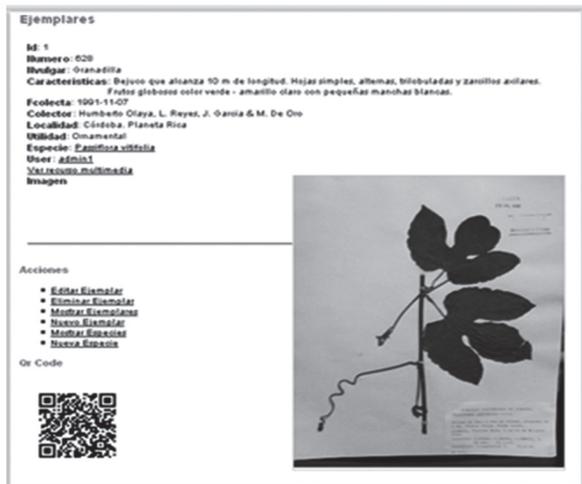
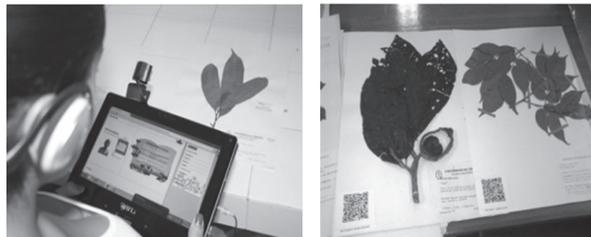


FIGURA 6. Vista familias



Para la implementación de Realidad Aumentada mediante Mobile Tagging en el proyecto, se diseñaron recursos multimediales de especies representativas en los cuales el usuario puede encontrar imágenes, animaciones y texto. Dichos recursos además de brindar información adicional al usuario buscan mantener la motivación en la consulta realizada (Ver Figura 7).

FIGURA 7. Experiencia con QR Codes en el herbario HUC



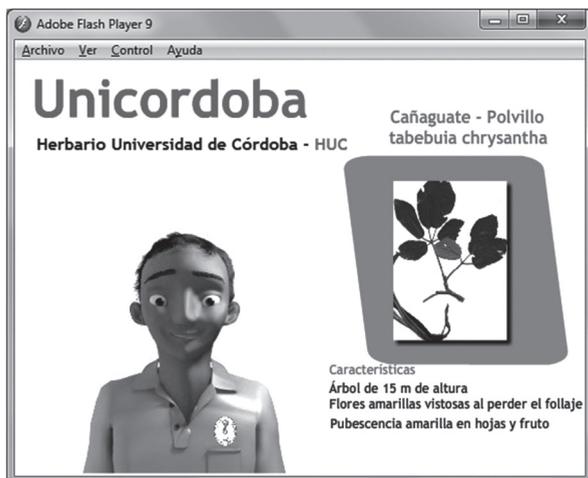
Fuente: Fotografías del experimento realizado en el proyecto.

Para la identificación de las familias representativas de la colección ubicada en los ocho estantes del herbario se utilizan QR Codes con acceso offline, estos proporcionan en formato de texto el nombre de la familia y su principal característica. El acceso offline permite que el usuario acceda a la información mediante su dispositivo móvil sin necesidad de conexión a internet.

La generación de QR Codes con conexión online se implementó en la aplicación de forma automática para cada vista de los elementos ejemplar, especie, género y familia. Adicionalmente se generaron QR Codes

online para los ejemplares representativos a los cuales se les produjo recursos multimediales detallados en la sección anterior de este documento (Ver Figura 8). El acceso online solo permite que el usuario acceda a la información mediante su dispositivo móvil cuando tiene conexión a internet.

FIGURA 8. Contenido de acceso online- Especie tabebuia chrysantha



4. CONCLUSIONES

La Realidad Aumentada ha tomado auge en sitios de consulta como museos y parques por la experiencia enriquecedora de los espectadores, este proyecto aplicó la Realidad Aumentada mediante la tecnología de Mobile Tagging con QR Codes en la aplicación web creada para el herbario HUC de la Universidad de Córdoba como técnica para presentar contenidos asociados al herbario.

La técnica para presentar contenidos asociados al herbario HUC utilizando el Herbario Virtual y Mobile Tagging influyó de forma positiva en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Sistemática programa de Biología.

El uso de la tecnología Mobile Tagging resulta económico debido a que el software requerido en el proceso de desarrollo, codificadores y decodificadores de QR Codes generalmente es libre. Además, los dispositivos móviles permiten descargar software de QR Code desde las tiendas de aplicaciones. La aplicación web del herbario HUC genera de forma automática los QR Codes requeridos para los contenidos asociados al herbario.

Existe un factor limitante en el uso de tecnología Mobile Tagging para lugares de consulta como el herbario HUC, la conexión inalámbrica debe ofrecer amplia cobertura y excelente capacidad especialmente porque el uso de Realidad Aumentada requiere manejo de muchos recursos multimedia.

5. REFERENCIAS

- [1] AZUMA, Ronald. A Survey of Augmented Reality (PDF). (Malibu), Ago. 1997. www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf
- [2] MILGRAM, Paul. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays (online). (Toronto, Canadá), Dic. 1994. http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html
- [3] DIVYAN, K. Mobile RFID Security Issues (PDF). (Hiroshima, Japón), Ene. 2006. http://koasas.kaist.ac.kr/bitstream/10203/23123/1/Divyan_SCIS06.pdf
- [4] FERNÁNDEZ, Ginés. Generador e intérprete de QR Code (PDF). (Sevilla), Dic. 2009. <https://forja.rediris.es/docman/view.php/400/1004/>
- [5] SANCHEZ, I. (2010). Base de datos del Herbario CPUN de la Universidad Nacional de Cajamarca. Proyecto de investigación, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- [6] GOMEZ HERNANDEZ, María. Xanath: Componentes visuales para la biblioteca digital de un herbario. Puebla, México, 1998. Trabajo de grado (Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales). Universidad de las Américas Puebla. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales.
- [7] FERNANDEZ DE PINEDO, Ignacio. Construcción de una escala de actitudes tipo Likert (PDF). (Barcelona), 2009. <http://www.ceddi.uan.mx/siu/Archivos/2009/P.P.S%20apoyos%20didacticos/Apoyos%20General/Likert-1.pdf>
- [8] HUIDOBRO, José. Código QR. Revista Bit Digital N° 172, p. 47-49. Madrid, 2009.
- [9] SCHMIDMAYR, Paul. What's the Power behind 2D Barcodes? Are they the Foundation of the Revival of Print Media? En: 6th International Conference on Knowledge Management and New Media Technology. Graz, Austria: Maurer, 2008. p. 234-242.

- [10] CIRUELA, Sergio. Comunicándonos con las cosas. Revista electrónica Ciencia Cognitiva. p. 68-71. España, 2009.
- [11] GOMEZ GOMEZ, Jorge. Aproximación metodológica para el diseño de actividades de aprendizaje activo soportadas en conciencia contextual. Tesis de maestría (Ingeniería Telemática). Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Departamento de Telemática.
- [12] SERRANO CASTAÑO, Carlos. Modelo Integral para un Profesional en Ingeniería. Cauca: Universidad del Cauca, 2005. 147 p.
- [13] ROUILLARD, José. Contextual QR Codes (PDF). (Villeneuve), 2008. http://www2.lifl.fr/~rouillard/publi/2008_Rouillard_ICCGI.pdf