

Título: Desarrollo de la app VectorialZ para la visualización interactiva de gráficos creados con software matemático.

María del Carmen Listán García*, José Miguel Mota Macías†, María Concepción Muriel Patino*, Fernando Rambla Barreno*, Adrián Ruiz Serván*, Juan Manuel Vidal Pérez

*Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, †Departamento de Ingeniería Informática, Escuela Superior de Ingeniería,

‡Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación y Construcciones, Escuela de Ingeniería Naval y Oceánica.

mariadelcarmen.listan@uca.es

RESUMEN: La incorporación de aplicaciones móviles en la educación es cada vez más común ya que genera una gran captación de la atención de los estudiantes. El profesorado puede encontrar estas aplicaciones útiles, ya que pueden ayudarle a tomar decisiones o a evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje que se aplica dentro de sus actividades de enseñanza, lo que permite mejorar resultados o detectar ciertos patrones. En la Universidad de Cádiz se ha desarrollado la aplicación VectorialZ para apoyar el aprendizaje del Análisis Vectorial en diferentes asignaturas de matemáticas. Esta aplicación ha sido desarrollada con el entorno de creación de aplicaciones móviles VEDILS, que se basa en MIT App Inventor 2. Finalmente, esta aplicación se ha utilizado con los estudiantes para evaluar su utilidad y obtener información sobre el aprendizaje de éstos.

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, mejora, docente, análisis de aprendizaje, matemáticas, análisis vectorial

INTRODUCCIÓN

Son varios los autores (1), (2), (3) y (4) que consideran oportuno el desarrollo y uso de aplicaciones en las aulas, por ejemplo en (5) se sugiere que el uso de aplicaciones móviles en el aula alienta a los estudiantes. Por este motivo se vio la necesidad de crear una aplicación (VectorialZ (7)) de realidad aumentada que ayudara a los alumnos, que cursan asignaturas de Análisis Vectorial, a visualizar de forma más clara las parametrizaciones de recintos que se utilizan en dicha asignatura.

La aplicación se ha desarrollado utilizando el entorno de creación de aplicaciones móviles, VEDILS que se basa en MIT App Inventor 2 y gestionada por profesores del departamento de Ingeniería Informática de la Universidad de Cádiz.

VEDILS

VEDILS (8) es una herramienta visual basada en el entorno MIT App Inventor 2 (9) que permite el diseño de escenarios de aprendizaje interactivo que se pueden implementar en dispositivos Android. La plataforma propone una vista de diseño donde el usuario puede configurar las interfaces de la aplicación y una vista en bloque (basada en bloques editor) donde puede definir el comportamiento de los elementos presentes en las aplicaciones. VEDILS ofrece a los profesores un conjunto de características para poder implementar ejercicios. Las más destacadas son:

- Realidad aumentada.
- Realidad virtual.
- Interacción gestual.
- Robótica.
- Interacción cerebral.
- Gestión del conocimiento.
- Análisis de aprendizaje.

En nuestro caso hemos usado la herramienta Vedils para crear una aplicación de realidad aumentada.

VECTORIALZ

La idea de diseñar una aplicación que facilite el aprendizaje del Análisis Vectorial en diferentes asignaturas del campo de las matemáticas surge tras asistir a un curso de innovación docente donde se enseñaba el uso de Vedils para desarrollar aplicaciones con Android. El Análisis Vectorial hace uso de figuras geométricas de dos y tres dimensiones, y a menudo a los alumnos les cuesta tener visualización geométrica y espacial. El uso de software matemático que dibuja estas representaciones ayuda a la percepción de este concepto matemático, pero nos encontramos con el inconveniente de que no siempre disponemos de aulas de informática; sin embargo los alumnos siempre tienen a mano algún dispositivo móvil, por eso pensamos que la creación de una aplicación móvil podría ayudarnos bastante con esta asignatura. En esta primera versión se han creado cinco modelos 3D, y sus actividades correspondientes, con las que los estudiantes pueden practicar antes del examen final de la asignatura. El objetivo de la aplicación es que los estudiantes puedan visualizar un objeto 3D, mediante realidad aumentada, que representa una figura geométrica para luego responder a unas preguntas relacionadas con tal figura y el temario de la asignatura.

A continuación detallaremos los pasos del desarrollo de la aplicación móvil:

- Elección de los ejercicios: En primer lugar se hizo una selección de las figuras que fueran más representativas y abarcaran la mayor parte del temario de las asignaturas.
- Creación de los modelos 3D: En segundo lugar se crearon los objetos 3D. Originalmente se iba a utilizar el software matemático GeoGebra, pero ante la imposibilidad de que creara los archivos en la extensión requerida por Vedils (.obj y .mtl), se utilizó el software Wolfram Mathematica (10) ya que

exportaba las imágenes directamente en dichas extensiones.

- Desarrollo de la app: En tercer lugar se pasó a configurar la aplicación mediante el enlace de las figuras con sus respectivos marcadores (ver Figura 1). Al mismo tiempo se configura el uso de la cámara del dispositivo móvil para que sea capaz de leer y reconocer los marcadores.

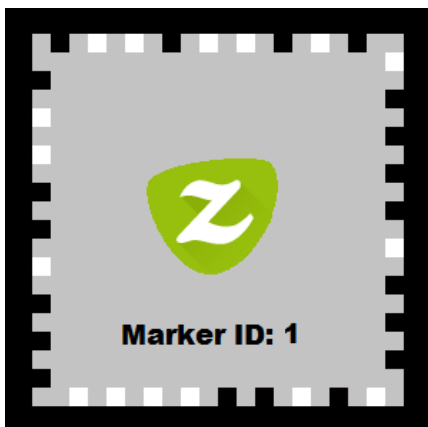


Figura 1. Ejemplo de uno de los marcadores usado en la aplicación.

Además se configuró dentro de la aplicación una opción para registrar las interacciones que tienen los alumnos con la aplicación. Así se quedaría registrado, por ejemplo, el número de veces que accede a un marcador.

- Elección del nombre de la app: En cuarto lugar se determinó el nombre de la aplicación. Se optó por VectorialZ ya que la app está creada para asignaturas relacionadas con el Análisis Vectorial y la Z final indica la tercera dimensión que suele ser representada por el eje de coordenadas z. El incluir la mención a dicha dimensión es por el hecho de que todos los objetos se visualizan en tres dimensiones.
- Diseño de las pantallas: En quinto lugar se creó un logo (ver Figura 2) para la aplicación donde se pone de manifiesto la importancia de la variable z. A partir de él y junto con el logo de la UCA se crearon el diseño de la pantalla de inicio y demás pantallas que aparecen en la aplicación haciendo uso de los componentes visibles (botones, etiquetas, cuadros de texto, etc.).



Figura 2. Logo de la aplicación VectorialZ.

- Compilación: Finalmente se compiló sin errores la aplicación para generar el archivo instalador (.apk) y subirlo posteriormente a Google Play Store para su uso posterior con los estudiantes.

A continuación veremos el funcionamiento de la aplicación:

- Identificación del usuario: Para comenzar a utilizar la aplicación será necesario introducir nuestra cuenta de correo electrónico de la UCA. Inicialmente, como está pensado para los alumnos, aparece la extensión @alum.uca.es, pero si eres profesor bastará con pinchar el cuadrado que indica este estatus y cambiará la extensión a @uca.es. La necesidad de registrarse cada vez que se utiliza la aplicación es para poder registrar el usuario junto con las acciones que ha llevado a cabo con la aplicación. (Ver Figura 3)



Figura 3. Pantalla de registro de la app.

- Reconocimiento de marcadores: Desde la siguiente pantalla se activa la cámara del dispositivo móvil que incluye características de realidad aumentada para identificar los marcadores predefinidos. La figura 4 muestra el contenido de la pantalla "Pantalla3" de la aplicación móvil.



Figura 4. Pantalla3.

- Visualización de los modelos 3D en pantalla: Finalmente, desde la cámara, la aplicación móvil mostrará el modelo 3D diseñado y vinculado a él en el marcador. Las figuras 5-9 muestran los modelos realizados.

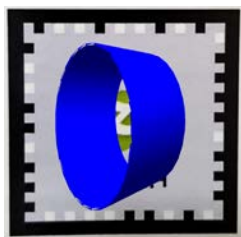


Figura 5. Cilindro



Figura 6. Intersección de circunferencias.



Figura 7. Banda de Moebius.



Figura 8. Variedad con espacio tangente a él y a su borde.



Figura 9. Tronco de cono.

EXPERIENCIA CON LA APP EN EL AULA

Una vez puesta en marcha la aplicación y disponible en Google Play se redactó un documento .pdf (Sol-201700083572-tra_Anexo 1.pdf) con actividades relacionadas con cada una de las gráficas realizadas. Las respuestas vendrían dadas en forma de tipo test y los alumnos tendrían que marcar una o varias respuestas correctas en cada caso.

Las actividades se llevaron a cabo la última semana de clase cuando ya el temario estaba casi finalizado. En la asignatura Análisis Vectorial del tercer curso del grado en Matemáticas, la experiencia ha sido bastante buena en general. Los alumnos se mostraron siempre dispuestos tanto a descargar la aplicación como a contestar el cuestionario y la encuesta. Si bien cabe destacar que algunos alumnos tuvieron problemas por tema de espacio de memoria en el dispositivo móvil o por el uso de dispositivos sin sistema operativo Android. Los alumnos encontraron muy interesante el hecho de poder visualizar y manipular las variedades diferenciables a través de la pantalla móvil y según comentaron les resultó de bastante ayuda a la hora de contestar las preguntas del cuestionario.

Por otro lado, la experiencia en la asignatura Métodos Matemáticos en Ingeniería del Máster en Ingeniería Naval y Oceanica también fue bastante buena. No hubo incidencias técnicas, salvo que los que tenían iPhone se tuvieron que poner a trabajar con compañeros que usan sistemas con Android. A todos les funcionó bien pero se pusieron un poco impacientes por el hecho de que tardaba un poco en cargar. La primera impresión que se llevaron fue muy buena y de sorpresa, ya que no esperaban el resultado que les ofrecía en sus pantallas. En general todos apreciaban la ayuda de la gráfica, la inmediatez y la ventaja que supone no tener que recurrir a un programa de cálculo simbólico ni tener que introducir las ecuaciones para poder representar las variedades y, sobre todo, no necesitar saber los comandos para ello. Esto les supone una mayor facilidad para conocer la dimensión de la variedad, a diferencia de reconocerla simplemente viendo las ecuaciones de la misma.

Algunos aspectos se recogieron en una encuesta dando como resultado:

Mucho	Bastante	Poco	Nada
14	9	1	

Tabla 1. Respuesta a la pregunta: ¿Crees que la app puede resultar de utilidad para aprender Análisis Vectorial?

Mucho	Bastante	Poco	Nada
16	7	1	

Tabla 2. Respuesta a la pregunta: ¿Te ha servido de ayuda la posibilidad de girar y ampliar la figura para realizar la actividad?

De los 24 alumnos que realizaron la actividad, 21 evaluaron la aplicación con más de un 4 (nota máxima 5).

Respecto a los datos registrados por la aplicación, podemos decir que el objetivo de recopilar esta información era identificar qué ejercicios podrían ser más difíciles para los estudiantes. Además, al recopilar la fecha de las interacciones, podíamos saber si el alumnado utilizó la aplicación fuera del horario de la actividad para reforzar sus conocimientos en casa. Se recolectaron más de 1300 filas durante la evaluación, por un lado, el número de visitas recogidas por cada modelo es como sigue:

- Modelo 1: 393 visualizaciones.
- Modelo 2: 268 visualizaciones.
- Modelo 3: 199 visualizaciones.
- Modelo 4: 273 visualizaciones.

- Modelo 5: 226 visualizaciones.

Además, el promedio de la cantidad de visualizaciones de los modelos por cada uno de los estudiantes fue de 58,9 visualizaciones. Por otro lado, la Figura 10 muestra un gráfico de variables continuas mostrando las fechas en las cuales los estudiantes han visto cada modelo 3D. Finalmente, las conclusiones obtenidas de los datos anteriores son:

- El primer modelo fue el más visto. Esto podría identificar que los estudiantes deben fortalecer el conocimiento aplicado en este ejercicio.
- El tercer modelo se visualizó un número menor de veces. Esto puede sugerir que este es el ejercicio que fue el más fácil para los estudiantes o que mejor aprendieron los conceptos.



Figura 10. Gráfico que muestra las vistas de cada modelo 3D dividido por fecha

PROPUESTAS DE MEJORA

Tras la gran aceptación que ha tenido el uso de la aplicación en el aula, vamos a seguir usándola añadiendo las siguientes mejoras:

- Aumentar el número de gráficos y por tanto el número de ejercicios.
- Ir usando la aplicación en clase paulatinamente, ya que al ser una asignatura donde abandonan muchos alumnos debido a su dificultad, es una manera de que más alumnos la conozcan para intentar reducir el número de abandonos.
- Mejorar los objetos 3D, usando colores más suaves, mejorando el tamaño de ellos.
- Mejorar las perspectivas e incluir si se ve necesario los ejes de coordenadas.
- Mejorar la localización de los objetos ya que cuando el móvil se mueve las imágenes se ponen encima del texto, así que se podrían quedar siempre encima del cuadrado.
- Usar el acelerómetro del dispositivo móvil para que la figura gire con la propia rotación del dispositivo.
- Incluir casos con aplicaciones reales, donde se pueda representar matemáticamente aspectos aplicados a las ingenierías.

DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Con motivo de la celebración, el próximo mes de octubre, del congreso anual Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2018), se ha elaborado un artículo (6) (Sol-201700083572-tra_Anexo2.pdf) que ha sido aceptado para su publicación en dicho congreso.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este artículo presenta la aplicación móvil *VectorialZ* cuyo objetivo es facilitar el aprendizaje del Análisis Vectorial. Esta aplicación ha sido desarrollada con el entorno de creación de aplicaciones móviles VEDILS. Desde la aplicación, los estudiantes podrán visualizar una serie de modelos 3D que representarán funciones vectoriales que luego deberán identificar. Para evaluar la utilidad de la aplicación, se ha llevado a cabo una evaluación con estudiantes del grado de Matemáticas en la asignatura "Análisis Vectorial" y estudiantes del máster en Ingeniería Naval Oceánica en la Escuela de Ingeniería Naval en la asignatura "Métodos Matemáticos en Ingeniería", en la Universidad de Cádiz (curso 2017/18).

Los resultados de esta evaluación parecen prometedores, ya que la mayoría de los estudiantes estuvieron de acuerdo en que la aplicación facilitó el aprendizaje de la asignatura correspondiente. Por esta razón, se propondrá su uso en los siguientes cursos. Por otro lado, se configuró la aplicación para registrar la cantidad de veces que cada alumno visualizó cada modelo 3D. Con el registro obtenido, los profesores pudieron observar qué ejercicios parecían ser más complejos para los estudiantes y así poder fortalecer sus conocimientos. Finalmente, como trabajo futuro, se mejorará la aplicación y se llevará a cabo una evaluación con un mayor número de estudiantes para obtener datos más fiables.

REFERENCIAS

1. Person, Tatiana, Ruiz-Rube, Iván y Doderó, Juan Manuel. Exploiting the web of data for the creation of mobile apps by non-expert programmers. *In Proceedings of WebSci'18 Linked Learning 2018 - Web Science 2018*. **2018**, 14, 9–14.
2. Palomo-Duarte, Manuel, Berns, Anke, Doderó, Juan Manuel y Cejas, Alberto. Foreign language learning using a gamified app to support peer-assessment. *In Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. **2014**, 381–386.
3. Molnar, Andreea y Kostkova, Patty. Learning about hygiene and antibiotic resistance through mobile games: Evaluation of learning effectiveness. *In Proceedings of the 2018 International Conference on Digital Health*. **2018**, 95–99.
4. Juanes-Méndez, Juan Antonio, Ruisoto Palomera, Pablo, Briz-Ponce, Laura y Sánchez Ledesma, María J. 4d visual environment on mobile devices for learning in the human anatomy field. *In Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. **2016**, 467–471.
5. David Fonseca and Ernesto Redondo. Are the architecture students prepared for the use of mobile technology in the classroom? *In Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*. **2013**, 481–487.
6. Person, Tatiana, et al. Authering of educational mobile app for the mathematics-learning analysis. *In Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*. **2018** (To Appear)

7. Google Play Store.
https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_proyecto_innovacionmath2017.Vectorialz Último acceso 10 de septiembre de 2018.
8. Herramienta Vedils.
<http://vedils.uca.es> Último acceso 10 de septiembre de 2018.
9. MIT App Inventor 2.
<http://appinventor.mit.edu> Último acceso 10 de septiembre de 2018.
10. Software Mathematica.
<https://www.wolfram.com/mathematica/> Último acceso 10 de septiembre de 2018.

ANEXOS

Sol-201700083572-tra_Anexo 1.pdf

Sol-201700083572-tra_Anexo2.pdf

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer la colaboración del diseñador gráfico Francisco Javier Listán García, que de forma desinteresada se ha prestado a mejorar gráficamente la interfaz de la aplicación.

Además a la becaria del departamento de Ingeniería Informática Tatiana Person, por el análisis de datos realizado a posteriori mediante el entorno Vedils.