

## COMPARATIVA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS PARA REALIDAD AUMENTADA: WIKITUDE, VUFORIA Y ARTOOLKIT

Fausto Alberto Salazar Fierro<sup>1\*</sup>, Carpio Agapito Pineda Manosalvas<sup>1</sup>, Silvia Rosario Arciniega Hidrobo<sup>1</sup>, Nancy Nohemy Cervantes Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ibarra, Ecuador

\*Autor para correspondencia: e-mail: [fasalazar@utn.edu.ec](mailto:fasalazar@utn.edu.ec)

Recibido: 2018/09/17

Aprobado: 2018/11/17

DOI: <https://doi.org/10.26621/XV19.2018.12.A08.PUCESI.2550.6684>

### RESUMEN

Las aplicaciones multimedia con objetos de realidad aumentada constituyen actualmente una interesante alternativa para enriquecer contenidos e incrementar el interés de los usuarios, quienes ven en esta tecnología una opción para visualizar objetos o lugares que no se encuentran físicamente, pero que son traídos a la realidad a través de programas de software que permiten mostrarlos virtualmente. La creación de estas aplicaciones requiere de herramientas especializadas y el mercado ofrece una amplia diversidad de ellas, por lo que los limitados estudios sobre sus características dificultan la elección idónea de una herramienta de diseño, constituyéndose en un reto para el creador. El objetivo principal de la investigación fue identificar cuál de las herramientas estudiadas constituye la mejor opción para la creación de aplicaciones de realidad aumentada para sitios turísticos. La investigación se realizó de acuerdo al paradigma cuantitativo, aplicando la técnica descriptiva para comparar las herramientas Wikitude, Vuforia y ARToolKit en términos de su funcionalidad, disponibilidad, facilidad de uso, soporte documental y solidez. Para comparar las herramientas se recurrió a la experimentación, a través de la cual se valoró un conjunto de características y subcaracterísticas. Al finalizar la comparativa se determinó que la herramienta Wikitude alcanzó una valoración de 14.40 respecto al 12.45 y 11.15 obtenidos por Vuforia y ARToolKit, lo que permite concluir que Wikitude constituye la mejor alternativa para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada por ofrecer mejores prestaciones.

**Palabras clave:** Realidad Aumentada, Comparativa de herramientas, Wikitude, Vuforia, ARToolKit.

### ABSTRACT

Multimedia applications with augmented reality objects are nowadays one of the most interesting alternatives to provide components of the digital world with more content and increase the interest of users who see this technology as an option to visualize objects or places that are not physically present at that moment. They are virtually taken through this software which allows them to interact in this environment. The creation of these applications require specialized tools which exist in the market in great variety, but the limited studies make it difficult to the suitable selection of design tools which is challenging for the producer. The main objective of this research was to identify which one of the studied tools is the best option for the development of these augmented reality applications to observe touristic places. The research was performed according to a quantitative paradigm, applying a descriptive technique to compare Wikitude, Vuforia and ARToolKit, in terms of their functionality, availability, usage, documental support and solidity. In order to compare such tools, a special experiment was accomplished through a

set of characteristics and sub characteristics. At the end of the test, it was determined that the Wikitude tool reached a grade of 14.40 as opposed to 12.45 and 11.15 obtained from Vuforia and ARToolKit. Therefore, this test concludes Wikitude as the best alternative for the development of augmented reality since it offers the most exceptional benefits.

**Keywords:** Augmented Reality, design tools, Wikitude, Vuforia, ARToolKit

## INTRODUCCIÓN

La realidad aumentada(RA) ha sido reconocida como una de las diez primeras tecnologías importantes y una innovadora manera de crear escenarios diferentes, combinando elementos reales y virtuales, lo que genera en el usuario un cambio en la forma de hacer las cosas y en su comportamiento (Zapata, 2015); permitiendo además diversas posibilidades de interacción que pueden ser explotadas en diferentes ámbitos de aplicación. (Arciniéga, et al, 2017) En la revisión de literatura especializada y citada por Moreno y Onieva las aplicaciones basadas en RA ofrecen un tipo de información más atractivo y la posibilidad de visitar sitios turísticos a través de un entorno aumentado (Moreno y Onieva, 2017). Este avance tecnológico que se deriva de la realidad virtual y que utiliza la masificación del uso de dispositivos móviles, como una estrategia que favorece el acceso a aplicaciones RA, ha promovido también la creación de una amplia variedad de herramientas que permiten el diseño de éstas.

En un estudio previo realizado por los autores (aceptado para publicación en el V Congreso Internacional de Ingenierías 2018, realizado en la ciudad de Pasto-Colombia), se seleccionaron 20 herramientas con las que se puede crear aplicaciones RA, algunas de las cuales agregan nuevas funcionalidades y cualidades para facilitar el cumplimiento de las expectativas, tanto de usuarios de las aplicaciones como de sus diseñadores. En el estudio se valoró la presencia de un conjunto de características que aparecieron de forma repetida en investigaciones similares y que fueron consideradas por los autores como necesarias para este tipo de aplicaciones, permitiendo seleccionar las tres que alcanzaron una mejor puntuación: Wikitude, Vuforia y Metaio; sin embargo, esta última tras haber salido del mercado fue descartada, por lo que el actual estudio consideró como herramienta adicional de comparación a ARToolKit.

Estudios similares realizados por páginas especializadas en la comparación de productos como (Siftery, 2018), (SocialCompare, 2018) y otros autores en sendas investigaciones (Herpich, Martins, y Rockenbach, 2017), (Álvaro, Robayo Jácome, y Medina Chicaiza, 2016), (Lacueva, Gracia, Sanagustín, González, y Romero, 2015), (Sánchez y Morillas, 2015), permiten observar la dificultad de elegir una herramienta idónea que ofrezca al creador las prestaciones necesarias para cumplir con las especificaciones establecidas en los diseños previos, lo cual representa uno de los aspectos críticos a la hora de crear una aplicación de realidad aumentada.

El objetivo principal de la investigación fue identificar cuál de las herramientas estudiadas constituye la mejor opción para la creación de aplicaciones de realidad aumentada, por lo que, al considerar que la mayoría de las herramientas RA tienen funcionalidades semejantes como: uso de cámara del dispositivo, reconocimiento de imágenes, ubicación por localización (GPS), ubicación por marcadores, licenciamiento abierto como Open GL o propietario, entre otros (De la Hoz Manotas, Sepulveda Ojeda, y Sarmiento Polo, 2015); y que las investigaciones anteriormente citadas realizan comparaciones, basándose mayoritariamente en la presencia o no de éstas; fue propósito de la presente investigación, ofrecer una referencia para la elección de la herramienta que se fundamente no solo en la existencia de una característica, sino de un conjunto de subcaracterísticas que permitan valorar mejor la calidad de la funcionalidad y, sobre todo, la importancia que ésta representa en la creación del producto final.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo investigativo corresponde al tipo cuantitativo, debido a que se asignó una valoración a cinco de las características técnicas más comunes en aplicaciones RA. Se realizó un *competitive benchmarking* que es el proceso continuo de medición de productos, servicios y prácticas contra los competidores más duros o aquellas compañías reconocidas como líderes de la industria (Bakar, Ku-Mahamud, y Mohamed, 2015), para lo cual se utilizaron las técnicas de descripción de características y la observación del funcionamiento de las herramientas en estudio: Wikitude, Vuforia y ARToolKit.

Wikitude es un kit de desarrollo de software (SDK) con el cual es posible la georreferenciación, reconocimiento de imágenes, tracking y modelado 3D, siendo galardonada en el 2010, 2011 y 2012 como mejor herramienta RA, con más de 1500 aplicaciones (Simbaña, 2015). Esta herramienta se alude más al aspecto turístico por el uso de la cámara del Smartphone, con la cual el usuario puede observar su entorno y hallar sitios importantes con información sobre los lugares, de gran ayuda para turistas que desean conocer lugares atractivos y turísticos. (Aguilera, 2015).

Vuforia es también un SDK que permite crear aplicaciones basadas en RA, utilizando la pantalla del móvil como un lente mágico, en el cual se mezclan elementos del mundo real con elementos virtuales como letras, imágenes (Mera, 2017). Este software es compatible con el motor de desarrollo de videojuegos Unity3D y se encuentra disponible para iOS y Android; además, suministra la funcionalidad de botones virtuales y tiene la ventaja de no bloquear la visualización en la pantalla del dispositivo móvil (Aguilera, 2015).

ARToolKit es una colección de librerías para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, la que proporciona una serie de funciones para la captura de imágenes y vídeos, brinda además la posibilidad de búsqueda de ciertos patrones, mediante técnicas de visión por computador. Una de las desventajas de este software es la escasa disponibilidad de fuentes bibliográficas actuales para el desarrollo de aplicaciones (Ibañez, n.d.).

La comparativa se basó en el proyecto denominado: Estudio de herramientas de realidad aumentada sobre la plataforma Android (Ferrada, 2014) y por experimentación propia se consideraron cinco características relevantes de las herramientas RA, las cuales recibieron un porcentaje en función de su importancia para la creación de aplicaciones, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Características generales de estudio evaluados a las herramientas de RA

Identificador	Característica	Peso (%)	Descripción
A1	Plataforma	20	Este parámetro se refiere a los sistemas operativos móviles sobre los que funcionan las apps creadas en las herramientas RA.
A2	Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	5	Identifica si la herramienta permite la georreferenciación para determinar el lugar donde se encuentra un punto de interés y agregar información.
A3	Imágenes 2 dimensiones (2D), 3 dimensiones (3D) y videos	30	Comprueba si la herramienta puede reconocer una imagen, procesarla y añadir nueva información, ya sea una figura, video, objeto 3D o texto adicional.
A4	Documentación	25	Verifica si la herramienta ofrece información de instalación, desarrollo, ejemplos demostrativos y si se encuentra vigente en el mercado.
A5	Framework	20	Determina si la herramienta incluye programas anexos para facilitar la construcción de aplicaciones de RA.

Como en cualquier otro sistema informático, el análisis de las características de las herramientas RA se realizó a través de la evaluación de sus parámetros o subcaracterísticas, las cuales se describen a continuación:

Para la característica Plataforma se consideraron los siguientes parámetros: Android, iOS, BlackBerry, Windows Phone, estos sistemas operativos móviles actualmente soportan aplicaciones de RA.

De igual forma, en la característica Sistema de Posicionamiento Global, los parámetros fueron: utilización de tecnología GPS, etiquetas, actualización de puntos geográficos y recuperación de datos, puesto que algunas herramientas soportan georreferenciación.

La característica Imágenes 2D, 3D y videos, tiene 5 parámetros que verifican la posibilidad de reproducir un video y generar una o varias imágenes en dos y tres dimensiones, los cuales representan requerimientos mínimos en una herramienta RA.

Para la característica Documentación, los parámetros considerados fueron la existencia de información oficial que guíe la instalación y el desarrollo de aplicaciones; así como también la posibilidad de recuperarla a través de internet desde la página de la respectiva herramienta; elementos indispensables para favorecer los procesos investigativos, tanto con sus respectivos acerbos bibliográficos como con la posibilidad de compartir o solicitar información de sus creadores y/o administradores.

Finalmente, en la quinta característica Framework, se evaluaron parámetros como la disponibilidad de un programa propio para generar imágenes, modelos 3D y videos, facilidad de utilización y compatibilidad con otras utilidades de modelado.

Para la valoración de las subcaracterísticas se utilizó la escala de Likert de nivel ordinal que se caracteriza por ubicar una serie de criterios seleccionados en grados que van de pésimo (0) a excelente (4).

En la Tabla 2 se presenta la escala utilizada para evaluar el cumplimiento de cada parámetro en las herramientas que forman parte de este estudio.

**Tabla 2.** Escala de evaluación de herramientas de RA

Criterio	Valor
Pésimo	0
Malo	1
Regular	2
Bueno	3
Excelente	4

Para la asignación de valores se utilizó la técnica experimental, por lo que se crearon aplicaciones en las tres herramientas que forman parte del estudio. Una vez asignado el valor a cada subcaracterística, se obtuvo un total parcial que al ser multiplicado por el peso asignado (Ver Tabla 1) generó una valoración por característica. Para concluir se sumaron los totales parciales y se obtuvo un puntaje por herramienta, con lo cual se pudo alcanzar el objetivo del presente trabajo.

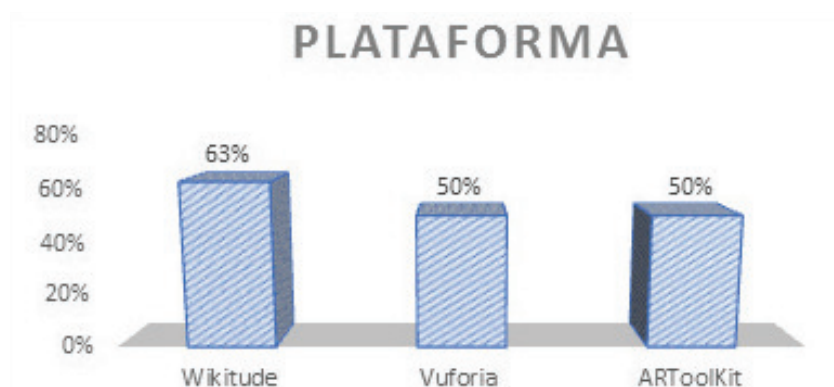
## RESULTADOS

Una vez realizado el proceso comparativo se obtuvieron los resultados por característica que se exponen a continuación:

La Tabla 3 presenta los resultados obtenidos en referencia a los sistemas operativos de dispositivos móviles que soportan las aplicaciones RA creadas en las herramientas, objeto del presente estudio.

**Tabla 3.** Comparativa Plataforma

Ítem	Subcaracterísticas	Wikitude	Vuforia	ARToolKit
A1.1	Android.	4	4	4
A1.2	iOS.	4	4	4
A1.3	BlackBerry.	2	0	0
A1.4	Windows Phone.	0	0	0

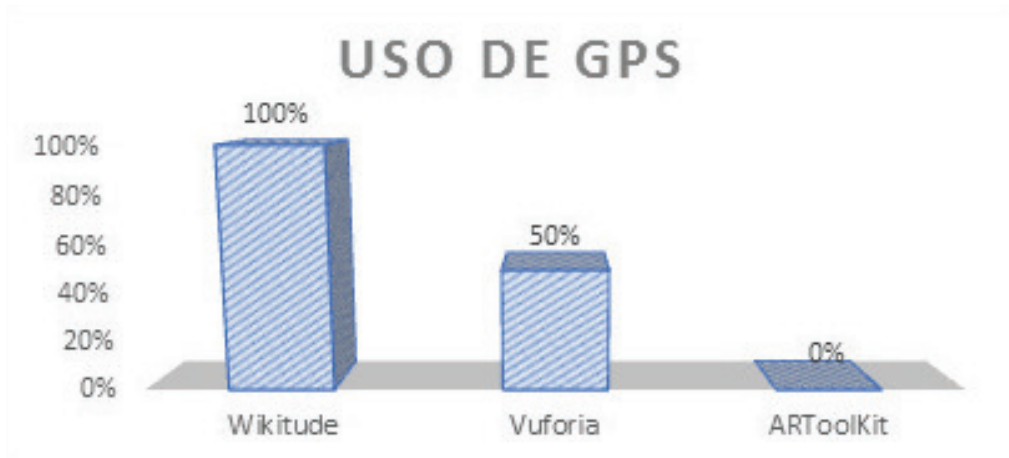
**Figura 1.** Resultados de indicador Plataforma.

En la Figura 1 se puede observar que ninguna de las herramientas en estudio permite crear aplicaciones RA en los cuatro sistemas operativos considerados. Wikitude alcanza un mayor porcentaje (63%) debido a que se ejecuta en tres SO en los que fue probada la aplicación; sin embargo, es importante indicar que únicamente es soportada en la versión 10 de BlackBerry. Vuforia y ARToolKit, únicamente permiten crear aplicaciones que funcionan sobre iOS y Android.

En la valoración de las cuatro subcaracterísticas relacionadas con el sistema de posicionamiento global, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Comparativa GPS

Ítem	Subcaracterísticas	Wikitude	Vuforia	ARToolKit
A2.1	Utilización tecnología GPS	4	4	0
A2.2	Utilización de etiquetas	4	0	0
A2.3	Actualización de puntos geográficos	4	0	0
A2.4	Recuperación de datos	4	4	0



**Figura 2.** Resultados de indicador uso de posicionamiento global.

Nuevamente la herramienta Wikitude alcanza la puntuación más alta, cumpliendo todas las expectativas de georreferenciación, con una valoración de 16 puntos que equivale al 100%. Vuforia, sin embargo, cumple solo con el 50% de las subcaracterísticas como se puede observar en la Figura 2, aunque actualmente ha empezado la implementación de más funcionalidades referentes al sistema de posicionamiento global, mientras que ARToolKit no posee esta característica.

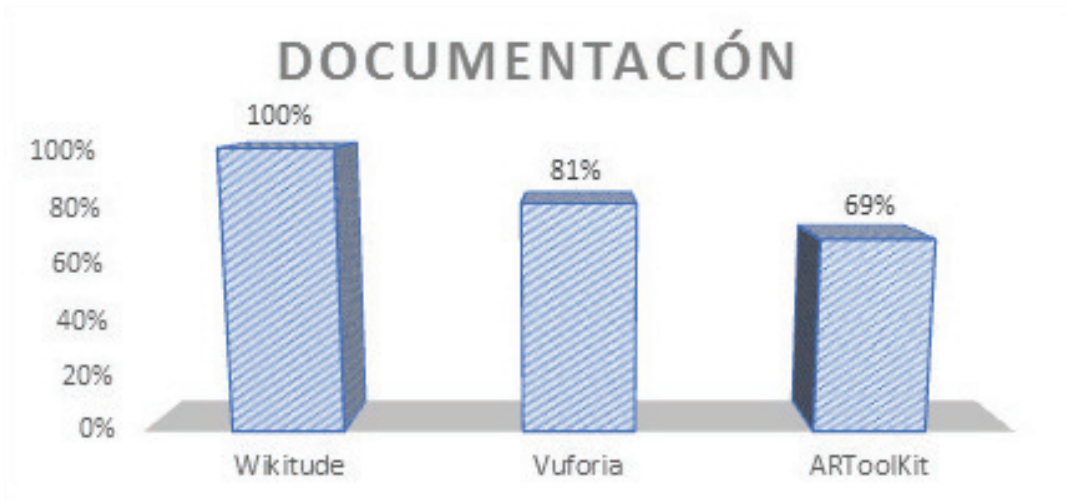
Respecto a la característica Imágenes 2D, 3D y videos se obtuvo un 100% de funcionalidad en las tres herramientas, por lo que no representa al momento de la investigación un factor que permita la decisión, respecto a la elección entre las tres herramientas. Se señala, sin embargo, que las opciones de varias imágenes 2D y 3D dependen del tipo de licencia. A criterio de los investigadores, este parámetro es el más importante en una herramienta RA, puesto que el reconocimiento y generación de imágenes, así como la reproducción de videos, es indispensable para unir el mundo real con el virtual.

La Tabla 5 contiene los resultados de la valoración realizada a la documentación existente de instalación, manuales de uso, API y ejemplos, así como también la vigencia de la página oficial de cada herramienta RA.

**Tabla 5.** Comparativa Documentación

Ítem	Subcaracterísticas	Wikitude	Vuforia	ARToolKit
A4.1	Documentación para instalación	4	2	3
A4.2	Documentación para el desarrollo de aplicaciones	4	3	2
A4.3	Documentación en internet	4	4	2
A4.4	Página oficial	4	4	4

Las herramientas con mayor documentación son Wikitude y Vuforia, puesto que existe una gran cantidad de información en distintas fuentes bibliográficas, aunque Vuforia tiene una limitada documentación para el proceso de instalación y creación de aplicaciones. Con relación a ARToolKit, existe muy poca bibliografía en lo referente al desarrollo de aplicaciones móviles, al igual que en otras fuentes se encontró una escasa información para su instalación y uso (Figura 3).



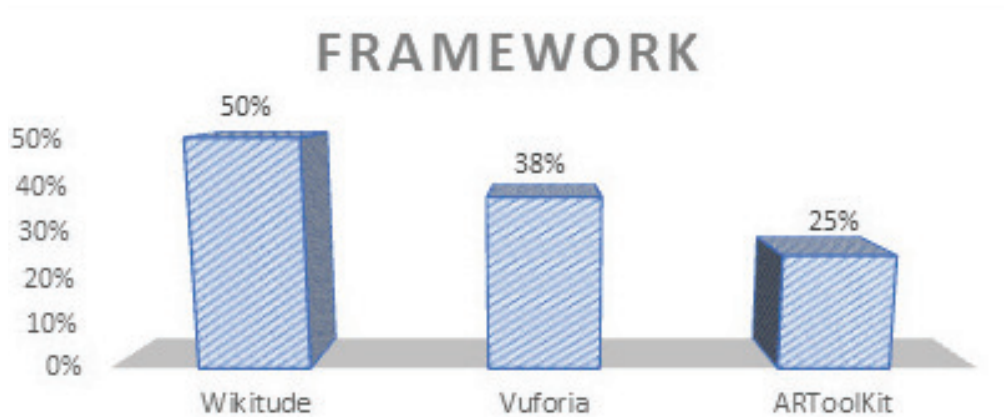
**Figura 3.** Resultados de indicador Documentación.

Finalmente, en la Tabla 6 se hace mención de la valoración del Framework, respecto a cuatro subcaracterísticas.

**Tabla 6.** Comparativa Framework

Ítem	Subcaracterísticas	Wikitude	Vuforia	ARToolKit
A5.1	Programa propio para generar imágenes.	2	2	2
A5.2	Programa propio para generar modelos 3D	1	0	0
A5.3	Utilización sencilla	3	2	2
A5.4	Compatibilidad con otras utilidades de modelado	2	2	0

En la Figura 4 se muestra que la herramienta con mejor framework es Wikitude, debido a que posee una utilización sencilla, mientras que los dos restantes no tienen una unidad de modelado en 3D. Cabe recalcar que ARToolKit no tiene la capacidad de compatibilidad con modelos desarrollados en otras herramientas.



**Figura 4.** Resultados característica Framework

La tabla 7 muestra los valores de todos los parámetros con los resultados de las ponderaciones acumuladas de cada una de sus subcaracterísticas.

**Tabla 7.** Resultados de parámetros

Herramienta RA							
Característica	Ponderación	Suma de Valores de Subcaracterísticas	Puntaje Obtenido de la subcaracterística	Suma de Valores de Subcaracterísticas	Puntaje Obtenido de la subcaracterística	Suma de Valores de Subcaracterísticas	Puntaje Obtenido de la subcaracterística
Plataforma	20%	10	2.00	8	1.60	8	1.60
GPS	5%	16	0.80	8	0.40	0	0.00
Imágenes 2D, 3D y Videos	30%	20	6.00	20	6.00	20	6.00
Documentación	25%	16	4.00	13	3.25	11	2.75
Framework	20%	8	1.60	6	1.20	4	0.80
<b>Suma</b>	<b>100%</b>		<b>14.40</b>		<b>12.45</b>		<b>11.15</b>

Luego de realizar las comparaciones entre las herramientas en estudio, se pudo observar que existe una pequeña diferencia entre la mejor y peor evaluada, dicha discrepancia es de 3.25 puntos, lo cual se debe a que la herramienta ARToolKit no posee el uso de GPS, perdiendo terreno con respecto a las otras dos aplicaciones, pero sí se observa que en los demás parámetros se encuentran a la par de sus oponentes. Entre el primero (Wikitude) y el segundo (Vuforia) la brecha se acorta más aún con 1.95, demostrando que estas herramientas tienen más similitudes que diferencias y que, independientemente de la elección, el desarrollador podrá crear una aplicación RA.

Una vez terminado el estudio, la herramienta que destaca es Wikitude, siendo la primera opción para recomendar en el momento de construir una aplicación con RA. Con una licencia trial se pueden crear aplicaciones, tanto con utilización de GPS y/o con reproducción de videos e imágenes, de simple instalación y documentación abundante.



En segundo lugar, pero no menos valorada, se encuentra Vuforia la cual comparte muchas similitudes con la herramienta anterior, siendo también recomendable para construcción de aplicaciones RA, debido a que presenta una licencia libre con muchas características de la versión de paga. Al igual que Wikitude, realiza la reproducción de videos e imágenes, pero Vuforia recién empieza a trabajar con GPS.

En tercer lugar, se encuentra ARToolKit, su principal desventaja es que la aplicación no posee el uso de GPS en el desarrollo de sus utilidades, característica importante en el desarrollo de aplicaciones con fines turísticos.

## DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación colocan a la herramienta Wikitude como aquella que, considerando las características: plataforma, sistema de posicionamiento global, imágenes 2D, 3D y videos, documentación y framework, se posiciona como la más completa entre las opciones disponibles hasta la fecha en que se realiza el presente trabajo.

Estos resultados coinciden y difieren frente a otras investigaciones que comparan herramientas para la creación de aplicaciones RA; así, en la página Siftery, dedicada a la comparación de productos de software, se señala que Vuforia es la herramienta que tiene más clientes alrededor del mundo; sin embargo, se resalta también que es Wikitude la que crece a mayor velocidad, además de ser la más recomendada (Siftery, 2018), afirmación que es coincidente con la actual investigación.

Sánchez, a su vez, en su trabajo de grado, realiza también una comparación entre: Wikitude y Vuforia, expresando que es Vuforia la herramienta que mejor experiencia le produjo, basando su conclusión en la facilidad que representa el hecho de que este software tenga integrado a Unity, a diferencia de Wikitude que dispone de un software diferente (PhoneGap) con un rendimiento menor al de Unity (Sánchez y Morillas, 2015). Al respecto se debe destacar que, en el momento de la presente investigación, Wikitude dispone ya de un plugin que permite enlazarlo fácilmente con Unity, por lo que no representó un elemento representativo que genere diferencia entre las dos herramientas.

En un estudio comparativo sobre herramientas de realidad aumentada para la educación (Herpich et al., 2017), que incluyen a Wikitude, Vuforia y ARToolKit entre otras herramientas, se observan resultados que coinciden con el orden obtenido en la evaluación realizada en el presente trabajo, aunque se señala que la razón por la que ARToolKit tiene una calificación menor, es debido al hecho de que su utilización requiere de experiencia en el desarrollo de software y no necesariamente a las prestaciones que ésta ofrece; sin embargo, en función de la evaluación de las características realizada durante la presente investigación, el no disponer de georreferenciación (Figura 2), la limitada documentación (Figura 3), la incompatibilidad con otras utilidades de modelado y la ausencia de un programa propio para la generación de imágenes 3D (Figura 4), son las causas de haber quedado relegada al último lugar. Respecto a Wikitude y Vuforia, Herpich señala que Wikitude califica mejor por ofrecer una plataforma basada en la web para crear y editar elementos RA, mientras Vuforia se limita al reconocimiento de textos, resultado similar al obtenido en la presente investigación, en la que además se agrega el aún limitado desarrollo de la georreferenciación.

Cabe destacar que la presente investigación se diferencia de los otros trabajos aquí citados, por establecer subcaracterísticas que permitan evidenciar las diferentes funcionalidades y prestaciones de cada característica, además de haber asignado un peso de acuerdo a la importancia de esta última para el desarrollo de aplicaciones RA y no solo en función de la presencia o no de las subcaracterísticas.

Finalmente se resalta que, la evaluación de las herramientas RA de este trabajo tuvo como punto referencial y experimental la creación de aplicaciones RA, enfocadas a la difusión de sitios turísticos, mientras que los otros estudios de la bibliografía especializada lo hacen de forma general, por lo que de no requerir la georreferenciación tanto Wikitude como Vuforia, estarían en igualdad de condiciones para diseñar aplicaciones con especificaciones de alto nivel.

## CONCLUSIONES

Se concluye que las dos herramientas RA que tienen mayor influencia en el desarrollo de aplicaciones para este tipo de tecnologías emergentes son Wikitude y Vuforia y que la elección de una u otra depende del tipo de aplicación a desarrollar.

La asignación de un peso, respecto a la importancia de la presencia de las características: plataforma, uso de GPS, documentación, framework e imágenes 2D, 3D y videos seleccionados en la presente investigación y que constituyen parámetros comunes al analizar una herramienta RA, agrega un valor que permite calificar mejor una herramienta considerando las necesidades del producto final.

El análisis de las subcaracterísticas, permitió valorar de forma más profunda y organizada cada uno de los parámetros, identificando fortalezas y debilidades de las herramientas estudiadas.

Un factor adicional no considerado en el presente trabajo y que debe tomarse en cuenta al seleccionar la herramienta, debe ser el tipo de licencia, puesto que las licencias educativas impiden la publicación de los proyectos, siendo una alternativa usar la versión trial, que agrega publicidad en las aplicaciones.

Los autores, en función del estudio realizado, sugieren Wikitude como primera opción para el desarrollo de aplicaciones RA enfocadas al turismo.

Dado el avance y aparición de nuevas herramientas RA, es recomendable realizar estudios permanentes sobre las características técnicas de estas aplicaciones, tomando en cuenta el tipo de licencia, puesto que cuando es libre presenta algunas limitaciones en comparación a las privativas, con respecto al reconocimiento de imágenes.

Es conveniente analizar el framework para desarrollo de aplicaciones RA, debido a que se necesita de herramientas adicionales para su funcionamiento.

Se recomienda realizar una comparativa de las dos herramientas con mayor puntaje, aplicando un estándar como es ISO/EC/25000 sobre la calidad de uso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, M. (2015). Aplicación móvil como apoyo para el fomento de la lectura infantil utilizando realidad aumentada. (tesis de posgrado). Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez, México.
- Álvaro, C. I., Robayo Jácome, D., y Medina Chicaiza, R. P. (2016). Facade recognition by augmented reality as an advertising way. *3C Tecnología*, 5, 54–64.
- Arciniega, S., Imbaquingo, D., Jácome, J., PUSDÁ, M., y Salazar, F. (2016). Realidad aumentada usos educativos y herramientas para el proceso de enseñanza - aprendizaje, *Research Gate*, 1-19.
- Arciniega, S., Imbaquingo, D., PUSDÁ, M., Salazar, F., y Jácome, J. (2017). Realidad aumentada usos educativos y herramientas para el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Bakar, E. M. N. E. A., Ku-Mahamud, K. R., y Mohamed, M. (2015). Competitive Benchmarking Of Hotels ' Service Quality Using Analytic Hierarchy Process. *Business Management International Conference 2015*, (November).
- De la Hoz Manotas, A. K., Sepulveda Ojeda, J. A., y Sarmiento Polo, R. D. (2015). Prototipo móvil de realidad aumentada para sistema de transporte masivo en la ciudad de Barranquilla. *Prospectiva*, 13 (2), 96. <https://doi.org/10.15665/rp.v13i2.492>
- Ferrada, H. (2014). Estudio de herramientas de RA sobre la plataforma Android (tesis de pregrado) Universidad de Bio-Bio, Chillan, Chile.
- Herpich, F., Martins, R. L., y Rockenbach, L. M. (2017). A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications. *Creative Education*, 8, 1433–1451. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.89101>
- Ibañez, M. (n.d.). Realidad Aumentada: ARTToolKit para animación de personajes. Universidad Politécnica de

- Valencia, Departamento de Informática de Sistemas y Computadores, Valencia. Obtenido de Realidad Aumentada: ARToolKit para animación de personajes.
- Lacueva, F., Gracia, M., Sanagustín, L., González, C., y Romero, D. (2015). Análisis: Realidad Aumentada aplicada a entornos industriales. Aragón. Retrieved from [www.aragon.es](http://www.aragon.es)
- Mera, L. (2017). Aplicación móvil con realidad aumentada como herramienta para la obtención interactiva de información de los objetos expuestos en el museo universitario pacocho de la ciudad de Manta (tesis de pregrado) Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi, Ecuador.
- Moreno, N., y Onieva, J. (2017). Herramientas y propuestas de innovación basadas en la tecnología de realidad aumentada aplicadas a la literatura infantil y juvenil. *Tejuelo*, 25, 217–244. Retrieved from [http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/5415/1988-8430\\_25\\_217.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/5415/1988-8430_25_217.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sánchez, S., y Morillas, R. (2015). MusGuide. Catalunya. Retrieved from <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/82916/Memòria.pdf>
- Siftery. (2018). Vuforia SDK vs Wikitude SDK. Retrieved from <https://siftery.com/product-comparison/vuforia-sdk-vs-wikitude-sdk>
- Simbaña, B. (2015). Diseño e implementación de una aplicación basada en realidad aumentada para los edificios patrimoniales del centro histórico de Quito (tesis de pregrado) Universidad de las Fuerzas Armadas, Quito, Ecuador.
- SocialCompare. (2018). AR frameworks. Retrieved from <http://socialcompare.com/es/comparison/ar-frameworks-388frkga>
- Zapata, E. (2015). Eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico y realidad aumentada en el museo de la Alianza de la ciudad de Tacna-2013 (tesis de pregrado) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.