

Catalogación de Aplicaciones Realidad Aumentada para enseñanza-aprendizaje

Mario A. Vincenzi¹, María J. Abásolo¹²

1 Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Informática
calle 50 y 120, 1900 La Plata, Argentina

2 Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Bs.As.
marioavincenzi@gmail.com, mjabasolo@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen. La aplicación de la Realidad Aumentada (RA) en la educación abarca diferentes áreas temáticas con incidencia en todos los diferentes niveles educativos. En este artículo se presenta una catalogación de aplicaciones móviles educativas basadas en RA disponibles en la web. Se elabora para ello una ficha que reúne aspectos generales, técnicos, didácticos y específicos de RA. Se describe una herramienta utilizada para la catalogación la cual permite la consulta on line, y se presenta la búsqueda de las aplicaciones y resultado de la catalogación.

Keywords: realidad aumentada, enseñanza-aprendizaje, aplicaciones, catalogación

1 Introducción

En la educación, la Realidad Aumentada (RA) constituye un soporte tecnológico que puede enriquecer cualquier experiencia de aprendizaje. Gavilanes, Abásolo & Cuji [1] presentan un resumen de diferentes artículos de revisión sobre RA en educación para determinar cuáles son los grupos destinatarios, áreas de aplicación; metodologías, tipo de aplicaciones, tecnologías, software utilizados; ventajas, desventajas señaladas de la aplicación de esta tecnología. Entre los puntos a remarcar se evidencia la motivación de los alumnos por el uso de esta tecnología RA, aunque también se presenta como desventaja, que esa misma motivación con el tiempo pueda disminuir provocada por el factor de novedad.

En la bibliografía se encuentran diversas experiencias de la RA en los diferentes niveles educativos, desde el preescolar al universitario, con objetivos y temáticas didácticas que abarcan: aprendizaje de lectura en nivel inicial [2]; practicar idiomas [3], literatura [4], química [5] en nivel primario; introducir en la música a alumnos del secundario [6]; matemática nivel secundario, en particular a estudiantes con discapacidad [7]; la práctica e investigación en medicina en el nivel universitario [8]. Gavilanes et al. [9] plantean el uso de un modelo productor-consumidor en el ámbito universitario, donde los propios estudiantes del área informática son entrenados para realizar objetos de aprendizaje con RA para ser utilizados en la docencia universitaria de estudiantes de otras áreas. Las experiencias han despertado un alto grado de

aceptación y motivación por parte tanto de los estudiantes productores como de los consumidores.

Entre las actividades educativas con RA que se pueden desarrollar en el aula están los juegos educativos los cuales ayudan a presentar contenidos de diferentes formas activando los distintos sentidos del estudiante mientras aprende en forma lúdica. Puede citarse [10] que presentan una aplicación educativa de RA para el primer ciclo de educación primaria, la cual ofrece un simple juego de preguntas y respuestas donde las respuestas están asociadas a marcadores, representando recursos como personajes 3D, audios, imágenes, etc. El debate actual sobre gamificación se centra en el análisis de variados modelos empleados en la educación para incrementar la motivación y participación de los estudiantes [11]. Los libros aumentados, que mediante la utilización de un dispositivo con cámara capturando el libro real, enriquecen la lectura tradicional con la visualización de modelos 3D y otra información virtual. Se puede destacar MagickBook [12] como una de las primeras experiencias de libros aumentados, y más recientemente la tesis de Gazcón [13] propone la extensión de los libros aumentados a partir de libros en papel existentes, incorporando distintos contenidos aumentados que puedan obtenerse de la reconstrucción automática de objetos y sean compartidos por los lectores de manera colaborativa

El material didáctico, permite apoyar en los procesos pedagógicos en la presentación de contenidos interactivos, en distintas modalidades de formación tales como mlearning y elearning [14]. Por su parte, en las aplicaciones de geolocalización [15], los estudiantes desempeñan un papel activo relacionándose con su entorno geográfico real. Navegadores con RA y geolocalización - como Layar, Wikitude, CamOnApp, ARACAMA3D, Smart Reality - utilizan el receptor GPS y la brújula del dispositivo móvil para determinar la posición del usuario y su orientación, pudiendo así obtener la imagen del escenario real a través de la cámara del dispositivo, y es allí donde el software agrega sobre esa imagen, la información vinculada para reproducirse en la pantalla., teniendo varias capas de información que pueden ser utilizadas según haya sido la elección del usuario. Actualmente, hay en desarrollo investigaciones que permitirán a usuarios sin conocimientos específicos de programación, tener la capacidad de crear procedimientos o series de pasos a realizar en entornos físicos mediante el uso de navegadores de RA [16].

En este artículo se presenta la búsqueda y análisis de un conjunto de aplicaciones RA educativas, con el objeto de realizar una recopilación y catalogación de algunas de las aplicaciones de RA actuales disponibles para utilizarse en el ámbito educativo de diferentes niveles, y convertirse en una guía a divulgar entre la comunidad docente. En la sección 2 se define el formato de la ficha que utilizaremos para catalogar las aplicaciones encontradas. En la sección 3 se detalla la metodología de búsqueda de las aplicaciones de RA para catalogar. En la sección 4 se describe la herramienta de consulta desarrollada para la búsqueda de las aplicaciones catalogadas. En la sección 5 se analizan los resultados de las aplicaciones RA educativas encontradas. Por último la sección 6 presenta las conclusiones.

2 Catalogación

2.1. Antecedentes

Se revisaron trabajos relacionados de diferentes autores e instituciones, donde se establecen criterios a tener en cuenta para catalogar aplicaciones. Según el relevamiento en sitios especializados en RA y educación, se detectó la falta de documentación directamente relacionada al área de exploración.

Sanchez Zuaín & Duran [17] establecen una taxonomía para clasificar aplicaciones web. Al tratarse de aplicaciones web, se deben considerar características de interés, observando requisitos de contenido, interfaces con el usuario, navegación y avances de la aplicación. Se dirige a la definición de lo que se desea producir con la identificación de requisitos, previa identificación de los objetivos y del tipo de aplicación web.

Gaetán, Buccella & Cechich [18] confeccionaron un esquema de 21 categorías de 3 grupos, basados en el Framework USCS para la taxonomía de componentes de sistemas de información geográfica. Para lograr la conformación de esta tabla analizaron la información relevada en los catálogos web de componentes SIG y para definir la funcionalidad de los componentes estandarizados, donde adecuaron la taxonomía de servicios geográficos ISO/IEC 19119.

Por su parte, el estándar IEEE-LOM (Learning Object Metadata) [19] define la estructura de metadatos para facilitar la búsqueda, evaluación, adquisición y uso de objetos de aprendizaje por parte de los alumnos, docentes o sistemas automatizados, así como el intercambio de los mismos y su uso compartido, permitiendo así el desarrollo de catálogos e inventarios. Está dividido en nueve categorías, con subcategorías que definen los objetos de aprendizaje con mayor detalle: General, Ciclo de vida, Meta-Metadatos, Requisitos técnico, Características pedagógicas, Derechos de uso, Relaciones, Anotaciones, Clasificación

2.2. Diseño de ficha de catalogación de aplicaciones RA

En esta sección se presenta el diseño de una ficha de catalogación a utilizar para un repositorio de aplicaciones de RA educativas. Este formato de ficha se conformó a partir de criterios recogidos y propios, teniendo en cuenta las características mencionadas en este trabajo en lo referido a la tecnología de RA utilizada en las aplicaciones educativas.

Se definieron 19 tópicos distribuidos en 4 categorías: general, técnicos, realidad aumentada, y didácticos (Figura 1).

A partir de la definición de características descriptivas de una aplicación de RA educativa se conforma la ficha (tabla 1), que permitirá registrar los datos analizados de cada una de las aplicaciones encontradas y establecer una validación cualitativa y cuantitativa de cada aplicación.

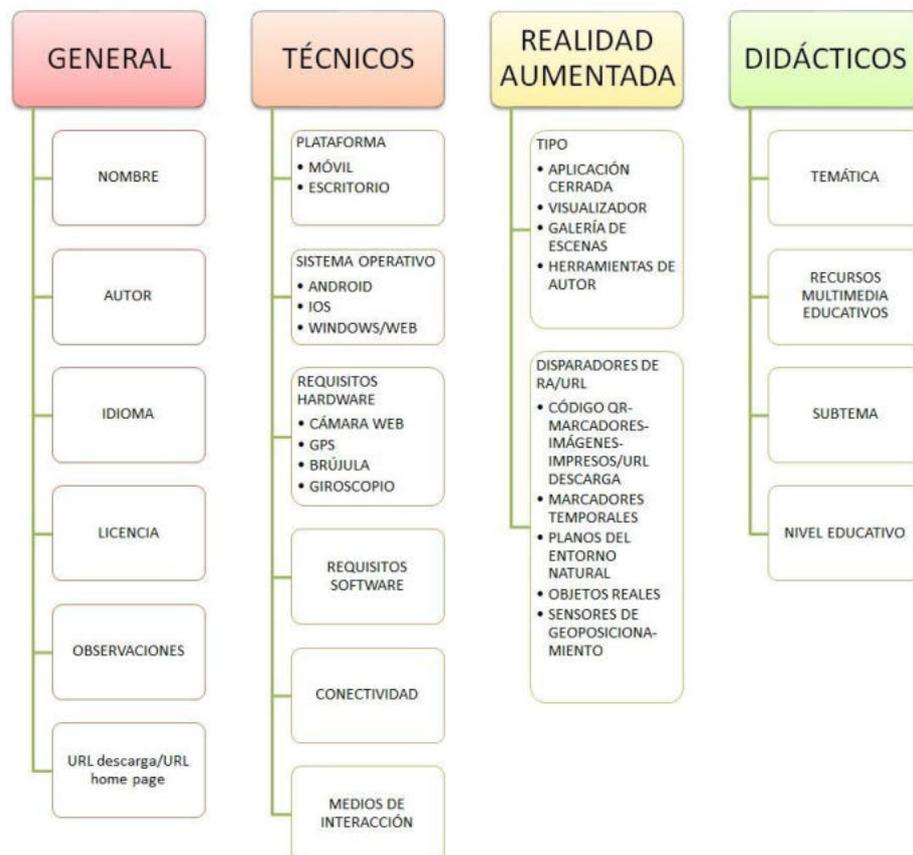


Figura 1 Esquema descriptivo de características de aplicaciones de RA educativas. Elaboración propia

3 Metodología de búsqueda de aplicaciones RA educativas

En esta sección se detalla la metodología para la búsqueda de las aplicaciones y también los criterios utilizados en el proceso.

Al momento de comenzar con la búsqueda de las aplicaciones para este estudio, se determinó que estarán acotadas -principalmente- a los dispositivos móviles, ya que estos concentran a la mayoría de los recursos utilizados por la tecnología de RA, también teniendo en cuenta que el uso de celulares entre los estudiantes y los docentes es de gran incidencia. A su vez, dentro de estos dispositivos móviles la búsqueda se concentró en la plataforma Android, ya que la gran mayoría de los teléfonos inteligentes actuales utilizan este sistema operativo como se ha manifestado en este trabajo. Por otra parte, para esta recopilación se excluyeron de la búsqueda aquellas aplicaciones de escritorio y web, herramientas de authoring, galerías de escenas y visualizadores asociados a las herramientas de *authoring*, limitándose a

Tabla 1 Ficha de catalogación aplicaciones educativas RA

Ficha descriptiva de aplicación de RA educativa						
General						
Nombre	Nombre de la aplicación a analizar					
URL	Sitio de descarga – Sitio de la aplicación					
Autor	Nombre del desarrollador de la aplicación					
Idioma	Idiomas en los que se encuentra disponible la aplicación					
Licencia	Se describe la forma de poder adquirirlo (Paga-Gratuita)					
Observaciones	Características especiales de la aplicación					
Técnicos						
	Sistema operativo					
Plataforma	<input type="radio"/> Móvil	<input type="radio"/> Android	<input type="radio"/> IOS			
	<input type="radio"/> Escritorio	<input type="radio"/> Windows	<input type="radio"/> Linux			
Requisitos de Hardware	<input type="radio"/> Cámara Web	<input type="radio"/> GPS				
	<input type="radio"/> Brújula	<input type="radio"/> Giroscopio				
Requisitos de Software	Software preinstalado para su correcto funcionamiento					
Conectividad	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO				
Medios de interacción	<input type="radio"/> Mouse	<input type="radio"/> Táctil	<input type="radio"/> Gestual	<input type="radio"/> Voz	<input type="radio"/> Tangible	
Realidad Aumentada						
Tipo	Aplicación cerrada: sin posibilidad de cambios a menos que se actualice la versión					
	Visualizador: aplicación que permite reproducir escenas, generalmente presentes en una galería de escenas					
	Galerías de escenas: Repositorio de escenas creadas de forma cerrada por una empresa o de forma abierta por usuarios. Para ser visualizada puede ser necesario una aplicación visualizadora					
	Herramienta de Autor: Aplicación que permite la creación de escenas de RA. Puede estar asociada con una galería de escenas donde los autores pueden publicar y compartir sus creaciones					
Disparadores de RA/URL	<input type="radio"/> Marcadores Impresos	<input type="radio"/> Código QR	<input type="radio"/> Imágenes			
	<input type="radio"/> Marcadores Temporales					
	<input type="radio"/> Planos del entorno natural					
	<input type="radio"/> Objetos reales					
	<input type="radio"/> Sensores de geo posicionamiento					
Didácticos						
Temática	Descripción del área o áreas donde se puede utilizar la aplicación (ciencias sociales, naturales, exactas, cultura general, etc.)					
Sub tema	Área más específica de aplicación (Historia, geometría, química, etc.)					
Nivel educativo	<input type="radio"/> Especial	<input type="radio"/> Inicial	<input type="radio"/> Primaria	<input type="radio"/> Secundaria	<input type="radio"/> Superior	<input type="radio"/> Universitario
Recursos multimedia educativo	<input type="radio"/> Enlace	<input type="radio"/> Texto	<input type="radio"/> Imagen	<input type="radio"/> Imagen interactiva	<input type="radio"/> Audio	
	<input type="radio"/> Video	<input type="radio"/> Modelo 3D estático	<input type="radio"/> Modelo 3D animado	<input type="radio"/> Modelo 3D interactivo	<input type="radio"/> Actividades	

Fuente: elaboración propia

a las aplicaciones cerradas.

Los dispositivos utilizados para el proceso de búsqueda fueron un celular Motorola G6 Play y una Tablet Lenovo YOGA 8.

Se realizó una búsqueda en Google Play Store¹, utilizando como palabras claves “Realidad Aumentada” en la categoría Educación, arrojando un resultado de 250

¹ https://play.google.com/store/apps/category/GAME_EDUCATIONAL?hl=es_419

aplicaciones. Además, se utilizó “Augmented reality” y en este caso se registraron 252 resultados. No todas las aplicaciones encontradas fueron posibles de instalar porque Google Play compara los requisitos de hardware y software del dispositivo a utilizar, como así también las características propias del desarrollador; para luego compararlas con las restricciones y dependencias que se expresan en el archivo de manifiesto de la aplicación y los detalles de publicación.

Como criterios principales de inclusión para la búsqueda de las aplicaciones, se acotó a las que son gratuitas y con valoraciones de 4 o más estrellas, con la intención de filtrar aplicaciones con mal funcionamiento, las encontradas fueron 62 aplicaciones².

4 Herramienta de catalogación y consulta de las aplicaciones RA

En esta sección se presenta el sistema de catalogación y consulta desarrollado (Figura 2), el cual puede utilizarse como herramienta de consulta on line³.

Las categorías definidas fueron seleccionadas a partir de la ficha desarrollada en el capítulo anterior: temática, subtema, requisitos de hardware, requisitos de software, nivel educativo, conectividad, medios de interacción y recursos multimedia.

Se desarrolló desde una planilla de cálculos la carga de la información de manera organizada según se estableció en la ficha anteriormente presentada. Se aplicó a dicha planilla de cálculos los filtros que ofrece el complemento *Awesome Table* para posibilitar realizar una búsqueda guiada, según los criterios pretendidos. Cada aplicación encontrada es visualizada en un renglón con su imagen, su nombre de la aplicación -desde donde se puede acceder al sitio de Google Play para su descarga, al estar hipervinculado- de la misma manera, además muestra el tipo de disparador de RA



Figura 2 Sistema de consulta de aplicaciones educativas

² Última actualización: noviembre 2019

³ <https://sites.google.com/view/repositorio-educativo-ra/p%C3%A1gina-principal>

que posee la aplicación con la posibilidad de acceder a ellos y las observaciones que reflejan la finalidad de dicha aplicación.

A partir de la utilización de los filtros del sistema de consultas, se puede observar cada una de las categorías de la aplicación: temática, subtema, requisitos de hardware, requisitos de software, nivel educativo, conectividad, medios de interacción y recursos multimedia. Los filtros pueden utilizarse para afinar la búsqueda, estos permiten desplegar un menú de opciones donde se pueden seleccionar las sub-categorías ya definidas de acuerdo a su característica propia. Estos filtros se pueden combinar, para así obtener un resultado más acotado y preciso sobre las aplicaciones deseadas.

5 Resultados de la catalogación de las aplicaciones RA educativas

Se catalogaron según la ficha diseñada un total de 56 aplicaciones. En la figura 3 se muestra la cantidad de aplicaciones catalogadas por temática, subtema y nivel educativo y en la tabla 2 pueden verse el resto de clasificaciones.

En relación a los aspectos didácticos se analizaron los niveles educativos, temáticas y los recursos multimedia utilizados. Según se muestra en el gráfico de la figura 3, el porcentaje más alto está representado por el 46,43% del nivel secundario, le sigue el 35,71% del nivel educativo primario, luego con el 10,71% el nivel inicial y finalmente el 7,14% corresponde al universitario y sin representación en los niveles especial (o diferencial) ni el superior (o terciario).

La temática en su mayoría, está representada por las ciencias naturales con el 66,07%, luego las temáticas ciencias sociales y exactas representan cada una el 10,71%, cultura presenta un 5,36% del total de aplicaciones, seguida por arquitectura con el 3,57%; por último, educación física y varios con sólo un 1,79%. A su vez, los subtemas brindan la mayor variedad y representación entre las aplicaciones, química con el 13,85% representa la mayoría, luego le sigue zoología y anatomía con un 10,77%. A continuación, astronomía con el 9,23%, matemáticas con el 6,15%, física junto a geografía, biología, idiomas y enciclopedia con el 4,62%; geometría, geología, historia, arquitectura, medicina representan el 3,08% cada una y por último mecánica, educación física, alfabeto, números, colores, formas y ecología con el 1,54% cada una.

Los recursos multimedia que utilizan las aplicaciones se trata en su gran mayoría de modelos 3D (animados y estáticos), seguido de texto y audio, y algunos casos que poseen actividades y con videos.

En relación a los aspectos técnicos se señaló previamente que la búsqueda se limitó a aplicaciones móviles y se analizaron requisitos de hardware y software, conectividad y medios de interacción.

Los requisitos del software hacen referencia a versiones superiores a Android 4 en la mayoría de las aplicaciones, dependiendo de las actualizaciones que ofrece el desarrollador. También podemos decir que la gran mayoría no requiere de conexión a internet para descargar contenido.

Se puede decir que el uso de la cámara es común a todas las aplicaciones, la brújula y acelerómetro solo en un caso y el giroscopio en dos de ellas.

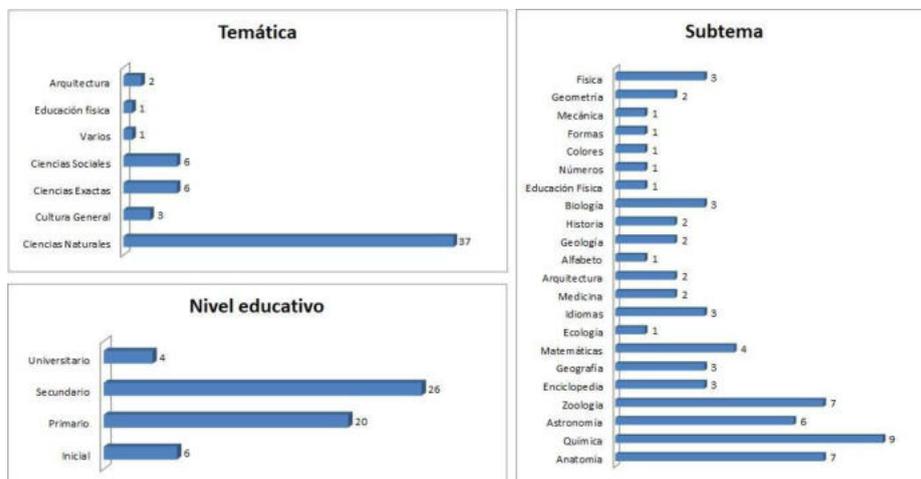


Figura 3 Cantidad de aplicaciones catalogadas por temática, subtema y nivel educativo

Tabla 2 Cantidad de aplicaciones según las categorías definidas

Requisitos Hardware	Brújula	1
	Cámara	56
	Acelerómetro	1
	Giroscopio	2
Requisitos Software	Android 1.0 y posteriores	1
	Android 2.2 y posteriores	5
	Android 2.3 y posteriores	2
	Android 4.0 y posteriores	18
	Android 4.1 y posteriores	14
	Android 4.4 y posteriores	8
	Android 5.0 y posteriores	2
	Android 5.1 y posteriores	2
	Android 6.0 y posteriores	1
	Android 7.0 y posteriores	1
	Android 8.0 y posteriores	1
No específica	1	
Conectividad	Sí	3
	No	53
Medios de interacción	Tangible	17
Disparadores	Marcadores	49
	Plano Natural	7
Tipo de RA	Aplicación cerrada	56
Recursos multimedia	Actividades	5
	Audio	8
	Modelos 3D animados	19
	Modelos 3D estáticos	39
	Modelos 3D interactivos	4
	Texto	12
Vídeo	2	

En relación a los aspectos propiamente de RA el tipo de RA como mencionó previamente se limitó a las aplicaciones cerradas. Los disparadores en su mayoría son marcadores (tanto específicos de RA como imágenes impresas) y solo tres casos utilizan la integración de objetos en el plano natural de la escena real. Los marcadores también son utilizados en algunos casos como medio de interacción tangible.

6 Conclusiones

Con el objetivo de reunir aplicaciones de RA educativas que puedan ser útiles a la comunidad de docentes a la hora de planificar la enseñanza-aprendizaje mediada con tecnología, se realizó una búsqueda de aplicaciones móviles basadas en RA disponibles en Google Play y se procedió a realizar una catalogación de las mismas. Para esto se indagaron diferentes instrumentos de catalogación para proponer una ficha que incluye campos generales, técnicos, didácticos y específicos de RA.

Las aplicaciones catalogadas se pueden acceder mediante una herramienta de consulta on line, la cual está disponible a la comunidad. El porcentaje más alto son aplicaciones destinadas a nivel secundario, seguidas de las destinadas a nivel educativo primario. La temática en su mayoría se centra en las ciencias naturales. Se trata en general de aplicaciones que hacen uso de modelos 3D tanto animados como estáticos. En relación a los requisitos del software se encontró que la mayoría de aplicaciones no requiere de conexión a internet para su uso, lo cual representa una ventaja a la hora de poder ser usadas en la práctica en los establecimientos educativos.

En relación a los aspectos propiamente de RA el tipo de RA se utilizan marcadores impresos (tanto específicos de RA como imágenes) como disparadores y medios de interacción. Por otra parte, sólo una de las aplicaciones encontradas hace uso de la geolocalización.

Queda como trabajo futuro la actualización de la base de datos de aplicaciones, incluyendo no sólo aplicaciones cerradas sino también herramientas de *authoring* asociadas con aplicaciones visores de galerías de escenas.

Por otra parte, se espera avanzar en el trabajo de campo con docentes que hagan uso de la herramienta de consulta, para poder seleccionar y probar aplicaciones de RA educativas que encuentren de utilidad para el desarrollo de sus clases. Se prevé la generación de una comunidad virtual que en ámbitos educativos favorecerá la difusión del uso de esta tecnología entre la comunidad docente. Se pretende probar el uso de la herramienta diseñada dentro de la comunidad docente, permitiendo que se retroalimente entre los usuarios alcanzando un crecimiento colaborativo.

References

1. W. Gavilanes, M. Abasolo y B. Cuji, «Resumen de revisiones sobre Realidad Aumentada en Educación.» *Espacios*, vol. 39, nº 15, p. 14, 2018.
2. A. Vara López, «Las narrativas digitales en Educación Infantil: una experiencia de investigación e innovación con booktrailer, cuentos interactivos digitales y Realidad Aumentada» *Diablotexto Digital*, vol. 3, pp. 111-131, 2018.
3. L. Pombo y M. Marques, «Learning with the Augmented Reality EduPARK Game-Like App: Its Usability and Educational Value for Primary Education», *Intelligent Computing. CompCom. Advances in Intelligent Systems and Computing*. vol. 997, pp. 113-125, 2019.
4. E.B. Ginés Rojas, «Programa basado en la realidad aumentada para mejorar la producción de cuentos en estudiantes del 3er. grado de educación primaria de la Institución Educativa N° 88240 "Paz y amistad" Nuevo Chimbote - 2017», Tesis,

- Universidad Nacional del Santa, Facultad de Educación y Humanidades, Chimbote, Perú, 2019.
5. A. Ewais y O. D. Troyer, «A Usability and Acceptance Evaluation of the Use of Augmented Reality for Learning Atoms and Molecules Reaction by Primary School Female Students in Palestine,» *Journal of Educational Computing Research*, vol. 57, n° 7, pp. 1643-1670, 2019.
 6. J. Cardoso Gomes, M. Figueiredo, L. Amante y C. Gomes, «Augmented Reality in Informal Learning Environments: A Music History Exhibition». En *Interface Support for Creativity, Productivity, and Expression in Computer Graphics*, pp. 281-305, 2019.
 7. R. Kellems, G. Cacciatore, y K. Osborne, «Using an Augmented Reality–Based Teaching Strategy to Teach Mathematics to Secondary Students With Disabilities», *Career Development and Transition for Exceptional Individuals*, vol. 42, n°4, 2019.
 8. M. Walsh, y O. Khan, O, «P.105 The “Comprehensive 3D Skull Base Lab”-- enhancing resident education with virtual/augmented reality and 3D printing at Northwestern University» en *Canadian Journal of Neurological Sciences*, vol. 41, 2019.
 9. W. L. Gavilanes López, B. Cuji, J.Salazar Mera, M.J.Abásolo, «Methodology for the Production of Learning Objects Enriched with Augmented Reality by University Students,» ICL 2019, AISC 1134, pp. 492–502, 2020.
 10. T. Castellano Brasero y L. Santacruz Valencia, «EnseñAPP: aplicación educativa de realidad aumentada para el primer ciclo de educación primaria», *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, vol. 21, pp. 7-14, 2018.
 11. D. Claros Perdomo, E. Millán Rojas y A. Gallego Torres, «Uso de la realidad aumentada, gamificación y m-learning», *Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 29, n°54, 2020.
 12. M. Billinghamurst, H. Kato e I. Poupyrev, «The Magicbook: Moving seamlessly between reality and virtuality», *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 21, n°3, pp. 6-8, 2001.
 13. N. F. Gazcón, Libros aumentados: Extensión de concepto, exploración e interacciones. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 2015.
 14. A.T. Korucu, A. Alkan, «Diferencias entre m-learning (aprendizaje móvil) y e-learning, terminología básica y uso del m-learning en educación», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 15, pp. 1925-1930, 2011
 15. J. Fombona Cadavieco y E. Vázquez Cano, «Posibilidades De Utilización De La Geolocalización Y Realidad Aumentada En El Ámbito Educativo», *Educación XXI*, vol. 20, n.º 2, 2017.
 16. Becerra, M., Ierache, J., & Abasolo, M. J. «Towards Ubiquitous and Actionable Augmented Reality Browsers by using Semantic Web Technologies», In *Short Papers of the 9th Conference on Cloud Computing, Big Data & Emerging Topics* (p. 80), 2021
 17. S. Sánchez Zuaín y E. Durán, «Identificación de requisitos para aplicaciones Web mediante el uso de una taxonomía basada en la catalogación de las aplicaciones», in 46 Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (JAIIO)-43 Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI) XVIII Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE), Córdoba, Argentina, pp. 93-100, 2017.
 18. G. Gaetán, A. Buccella y A. Cechich, «Un esquema de clasificación facetado para publicación de catálogos de componentes SIG», in *Proceeding CACIC*, Chilecito, La Rioja, Argentina, 2008.
 19. Sicilia, M.A., García-Barriocanal, E., Pagés, C., Martínez, J.J. y Gutiérrez, J.M. «Complete metadata records in learning object repositories: some evidence and requirements», *International Journal of Learning Technology*, vol. 1, num. 4, pp. 411-424, 2005