



ANÁLISIS DE FUNCIONALIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTORNO EDUCATIVO VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE RESISTENCIAS ELECTRÓNICAS A TRAVÉS DE REALIDAD AUMENTADA

ARTÍCULO CIENTÍFICO

RECIBIDO: 15/07/2019 ACEPTADO: 15/09/2019 ÚLTIMA VERSIÓN: 15/02/2020

IMPLEMENTATION OF A VIRTUAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR TEACHING ELECTRONIC RESISTORS THROUGH AUGMENTED REALITY

Ing. Fabio Andrés Galeano Nieto

Corporación Tecnología Industrial Colombiana, Vicerrectoría Académica (Departamento Académico), Colombia,
fabio_and61@hotmail.com

Lic. Wilson Ferney Molano García

Corporación Tecnología Industrial Colombiana, Vicerrectoría Académica (Departamento Académico), Colombia,
vicerrectoria.academica@teinco.edu.co

Tnlgo. Lina Margarita Serna Cortes

Corporación Tecnología Industrial Colombiana, Vicerrectoría Académica (Departamento Académico), Colombia,
1013669115@teinco.edu.co.

Como citar este artículo: Galeano et al., (2020) Análisis de funcionalidad de la implementación de un entorno educativo virtual para la enseñanza de resistencias electrónicas a través de la realidad aumentada, revista científica Dynamikos 1 (1).
Recuperado de: <https://teinco.edu.co/revistas-2-2/>

RESUMEN

Esta investigación tuvo como enfoque el análisis como la Realidad Aumentada (RA) puede ser efectiva como sistema de apoyo en la educación, iniciando con una información acerca de que es la RA y como ha sido controlado en diversos procesos de enseñanza y educativo, siguiendo con el desarrollo de un software de RA que permite la visualización de resistencias electrónicas más utilizadas y sus características físicas, orientado hacia los estudiantes que no han tenido experiencia previa en el área de la electrónica, para que aprendan los tipos de resistencia así como el identificar las características y posibles usos de cada una, además de que nunca han tenido acercamientos con la RA, para luego tomar en cuenta sus opiniones acerca de cómo es la interacción con esta tecnología y si realmente les ayuda en algo utilizar la RA implementada en este tipo de procesos educativos o si por el contrario es completamente innecesaria.

PALABRAS CLAVE: Educación, Realidad Aumentada, Software, Enseñanza, Aprendizaje, Didáctica.

ABSTRACT

This research focused on the analysis of how Augmented Reality (AR) can be effective as a support system in education, starting with information about what RA is and how it has been controlled in various teaching and educational processes, continuing with the development of an AR software that allows the visualization of most used electronic resistors and their physical characteristics, oriented towards students who have not had previous experience in the area of electronics, so that they learn the types of resistance as well as identify the characteristics and possible uses of each one, in addition to that they have never had approaches with the RA, to then take into account their opinions about how the interaction with this technology is and if it really helps them to use the RA implemented in this type of educational processes or if on the contrary it is completely unnecessary.

KEYWORDS: Education, Augmented Reality, Software, Teaching, Learning, Didactic.

INTRODUCCIÓN

Las estructuras de formación educativas han cambiado bastante a lo largo de los años, así como las necesidades del mercado y del mundo en general, no se pueden comparar los métodos de enseñanza de hace 30, 40 o 50 años a los actuales, pues son épocas y necesidades diferentes además, no se contaba con las mismas herramientas y tecnologías que existen hoy en día, así como lo menciona Prensky “el sistema educativo actual está planteado como una pirámide, de arriba abajo, estando los profesores arriba y los estudiantes abajo. Ahora es preciso cambiar este método propio del siglo XIX por un modelo asociativo: alumnos y profesores tenemos que formar alianzas y escucharnos unos a otros” [14] pero sin importar la época o las necesidades mercantiles antiguas o recientes hay algo que nunca cambiará y es justamente la esencia del aprendizaje, pues es la finalidad de cualquier institución educativa es que sus estudiantes aprendan y sean competentes en el mundo laboral.

Las tecnologías actuales facilitan mucho los procesos de aprendizaje, tanto así que algo que antes se aprendía en meses hoy se puede aprender en días, pues el mundo está en la era de la información, con tantos recursos disponibles en internet y en computación permiten tales hazañas; tal como menciona la UNESCO “Los rápidos progresos de las tecnologías de la información y la comunicación modifican la forma de elaboración, adquisición y transmisión de conocimientos”. Ahora, una de esas tecnologías emergentes en el área de la educación es justamente la Realidad Aumentada, la cual a través de la versatilidad e interactividad que posee, permite ser una herramienta de apoyo en procesos educativos no solo en el área de las ingenierías, sino que en diversas y bastantes áreas del conocimiento humano. Las tecnologías auguran, en el campo educativo, la progresiva desaparición de las restricciones de espacio y de tiempo en la enseñanza y la adopción de un modelo de aprendizaje más centrado en el estudiante. Al mismo tiempo favorecen la comercialización y la globalización de la Educación Superior, así como un nuevo modelo de gestión de su organización.

Uno de los elementos más importantes en el área de la electrónica, la cual es una parte vital de la mecatrónica son justamente los elementos resistivos o resistencias, pues en base a la configuración y tipos de resistencias, se pueden crear circuitos que pueden ser utilizados en infinidad de operaciones a nivel de control, adquisición, sonido, imagen, entre otras aplicaciones; “Un resistor es un componente cuya función principal es la de oponerse al paso de la corriente eléctrica, o la de generar calor y es el componente que más se usa en la electrónica y la electrotecnia”, razón por la cual se requiere que los estudiantes adquieran conocimientos y actitudes competentes en este área de la electrónica, y la propuesta que se realiza es desarrollar un software que involucre la utilización de la Realidad Aumentada que sirva como herramienta de apoyo a los procesos de enseñanza en este área del conocimiento y genere una buena respuesta por parte de un grupo de prueba de la institución en los aspectos de: interés por el tema, captación de la atención, respuesta respecto a la RA (Realidad Aumentada). Este software realizado en la plataforma Unity 3D, apoyado por el SDK Vuforia, para su utilización e implementación en smartphones con SO Android, dando respuesta a la interrogante de si es factible o no la utilización de AR en la educación.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el impacto que tiene la utilización de RA en procesos educativos, en el caso específico de un software para aprendizaje de componentes resistivos en electrónica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Indagar como la realidad aumentada se ha utilizado como tecnología de apoyo en procesos educativos.
- Desarrollar un software educativo que permita la visualización de componentes resistivos en realidad aumentada.
- Implementar el software como herramienta de apoyo educativo que permita la visualización de diversos tipos de elementos resistivos de manera didáctica y versátil.

MÉTODOS

a. ¿funciona la Realidad Aumentada como herramienta de apoyo en la enseñanza?

Desde la creación del ser humano, la curiosidad y creatividad para resolver problemas y hacer la vida más fácil ha sido una motivación fuerte del mismo “Por esta razón, conocer la curiosidad en forma más precisa es un paso muy importante para su reconocimiento en las acciones cotidianas de los niños, así como para la posterior generación de mediaciones que, de forma continua, estimulen estas actitudes curiosas en ellos” [16].

Con los desarrollos tecnológicos que se aprecia hoy en día, no es de extrañar que existe un aspecto importante para el ser humano como lo es la educación, y se puede apreciar que las técnicas educativas no son las mismas, conforme transcurre el tiempo, desde explicaciones hasta aulas se modifican día a día para facilitar y despertar el interés de los estudiantes por sumergirse de lleno en el aprendizaje, “Los ambientes de aprendizaje tecnológico son eficaces, cómodos y motivantes, y pueden ser preocupantes para aquellos que no hayan incursionado como usuarios en ellas y/o que no las manejen con propiedad. En estos ambientes el aprendizaje es activo, responsable, constructivo, intencional, complejo, contextual, participativo, interactivo y reflexivo” (Kustcher y St. Pierre, 2001) [16], sin embargo, sigue existiendo el factor didáctico, el cual se basa en cómo hacer ameno un tema que puede o no tener cierto grado de dificultad para las apreciaciones del estudiante en concreto, pues cuando algo se hace complejo y tedioso se pierde rápidamente la motivación de este.

Para abordar estos problemas existe la didáctica, de la mano con las tecnologías emergentes para este caso la realidad aumentada (RA), pues la RA es una tecnología que permite sobreponer entornos u objetos virtuales en entornos físicos, lo cual ya supone un interés generado de innovación en el estudiante; La Realidad Aumentada establecerá un puente entre los conceptos teóricos y la realización física de los experimentos con los dispositivos reales. El sistema mediante una cámara captura la imagen del dispositivo real (por ejemplo, un circuito electrónico) y mostrará al alumno en la pantalla del ordenador el dispositivo real con información adicional [8].

Además, la versatilidad brinda permite desarrollar ambientes amenos e interesantes. La RA permite ser utilizada en dispositivos de bajo costo (a diferencia de su hermana la realidad virtual), pues la RA puede ser utilizada en cualquier elemento que soporte una cámara y una pantalla, como los dispositivos Smartphone de gama baja media y alta, hasta hardware más costosos como los Google glasses o Microsoft lenses.

“Partiendo de la premisa de que no es sencillo poner en marcha una estrategia educativa basada en el aprendizaje móvil, la Geografía es una disciplina en la que este modelo pedagógico tiene muchas posibilidades de desarrollo. En concreto, y de acuerdo con sus características, el uso de las aplicaciones basadas en geolocalización y, particularmente, las de realidad aumentada, puede facilitar los procesos de aprendizaje autónomo por parte de los alumnos” [4]. “La idea detrás del marco propuesto es proporcionar la capacidad de un usuario o estudiante de Realidad Virtual o Aumentada para construir fácilmente un sistema de automatización a través del IEC ya proporcionado 61499 con las herramientas (FORTE y 4DIAC) [17], además de proporcionarle la capacidad de parametrizar los parámetros de los FB para servir a sus necesidades”. La RA a lo largo de los años ha servido como herramienta de apoyo didáctico en diversas áreas del conocimiento humano como lo son: medicina, anatomía, diseño, ingenierías, publicidad, entre otras.

METODOLOGÍA

a. Herramienta pedagógica interactiva para la enseñanza de resistencias electrónicas.

Es importante tener en cuenta al evaluar el proceso de penetración de la RA en la educación que las tecnologías emergentes atraviesan, normalmente, cuatro etapas que deben ser superadas a fin de que la innovación sea aceptada por completo en cualquier institución (Rogers, 1995) [9], en la primera fase se analiza si realmente existe alguna ventaja significativa de lo que se desea mejorar, reemplazar o complementar, para la segunda fase, se debe tener una tangibilidad y visibilidad óptima de los resultados y consecuencias de su aplicación e implementación, en la tercera fase que los valores, hábitos y necesidades estén en resonancia con la novedad por parte de la RA, y para la cuarta y última fase se debe evaluar su facilidad de comprensión, aplicación y mantenimiento [9].

¿Pero qué es exactamente la RA? “¿Qué es la realidad aumentada? El objetivo básico de un sistema RA es mejorar la percepción del usuario y la interacción con el mundo real a través de complementar el mundo real con objetos virtuales en 3D que parecen coexistir en el mismo espacio que el mundo real. Muchos trabajos recientes amplían la definición de RA más allá de esta visión, pero en el espíritu original del estudio definimos que los sistemas AR comparten las siguientes propiedades: 1) Combina real y virtual, en un entorno real, 2) interactivo en tiempo real, 3) Registrado en 3D” [3]; Para la ejecución de la realidad aumentada se debe partir del nivel de implementación, existen 4 niveles de RA los cuales van desde el 0 hasta el 3; siendo el 0 la RA por hipervínculos, la cual como su mismo nombre lo dice maneja hipervínculos de enlace web, es la primera y más antigua interacción de la RA, en el nivel 1 se maneja la RA por marcadores, los cuales con unos objetivos que tienen la particularidad de que al ser visualizados por una cámara, esta reconoce los patrones que

tenga el objetivo (razón por la cual la mayoría del tiempo se utilizan códigos QR con este fin, aunque no es estrictamente necesario utilizarlos, son bastante confiables y útiles en estas aplicaciones), una vez reconocidos los patrones se muestra de forma virtual en la pantalla del dispositivo un modelo 3D bien sea estático o con animación incluida (lo cual que da a decisión del desarrollador y la necesidad del proyecto), también se puede manejar audio y video en estos modelos y en este nivel de RA; En el segundo nivel se llama RA por geolocalización, como su mismo nombre lo indica utiliza la geo posición dada por el dispositivo para mostrar modelos y animaciones en tiempo real, esta se caracteriza por no utilizar marcadores para mostrar los objetos, sino que según la posición y el enfoque de la cámara mostrara los objetos aumentados (se utiliza principalmente para publicidad y ubicaciones como mapas en 3D estilo Waze y locaciones famosas de la ciudad por dar un ejemplo). Por último, el nivel 3 es completo pues no solo muestra objetos, sino trata de involucrar los sentidos con la realidad aumentada, se puede confundir con realidad virtual (RV), pues su nivel de inmersión es similar, pero la diferencia es que la RV trata de sumergir en un nuevo mundo al usuario, mientras que la RA de nivel 3 trata de aumentar los sentidos respecto al entorno tanto físico como mental (un ejemplo de RA de nivel 3 muy avanzado es por ejemplo “EDITH” en la película de “Spiderman: lejos de casa”, donde los lentes funcionan a modo de dispositivo de visualización y complementa muy bien la realidad de Spiderman al proveerle de información extra que no tiene disponible de manera tan manipulable en el entorno físico), en ocasiones en este nivel se combinan los niveles anteriores para complementar aún más la experiencia.

Para efectos del software a desarrollar el nivel que se utilizara es el nivel 1, teniendo en cuenta el tipo de enseñanza y posibles recursos que los estudiantes puedan necesitar, la idea es apoyar didácticamente procesos de enseñanza aprendizaje sin generar costos adicionales para la población educativa, pues solo con sus smartphones pueden descargar el software sin ningún inconveniente, dado a que más del 50% de la población actual en Colombia posee al menos un smartphone [11], ya se cumple el requisito básico de la tenencia de un dispositivo de visualización apto para RA.

Se creó un software basado en RA con el propósito de implementarlo en un grupo que necesite aprender los conceptos básicos acerca del área de la electrónica llamada resistencia, puesto que son los elementos más utilizados en la electrónica [2], con la finalidad de saber que tan útil o si existe realmente un beneficio en el aprendizaje del alumno o si por el contrario es absolutamente innecesario la utilización de este tipo de tecnologías en procesos educativos, a continuación se explica de manera muy amena como fue el desarrollo e implementación del software.

Para empezar, se decide trabajar con la plataforma Unity 3D, ¿porque trabajar con unity 3D en vez de otras plataformas? Unity 3D actualmente es el motor o editor más utilizado en la industria de los videojuegos, pues posee una interfaz sumamente intuitiva y amigable con el usuario, además de eso su tipo de licencia para estudiante o desarrolladores independientes permite el desarrollo no solo de juegos sino de aplicativos móviles prácticamente sin costo alguno, en adición a esto, Unity 3D tiene una alianza con la segunda plataforma de desarrollo necesario en este software, la cual es Vuforia, la cual es un SDK muy versátil en cuanto a funcionalidad y desarrollo se refiere, ambas plataformas cuenta con un gran respaldo a nivel de documentación, razón por la cual realizar aplicativos de este tipo no suponen un gran esfuerzo para programadores incluso de nivel novato o inexperto.

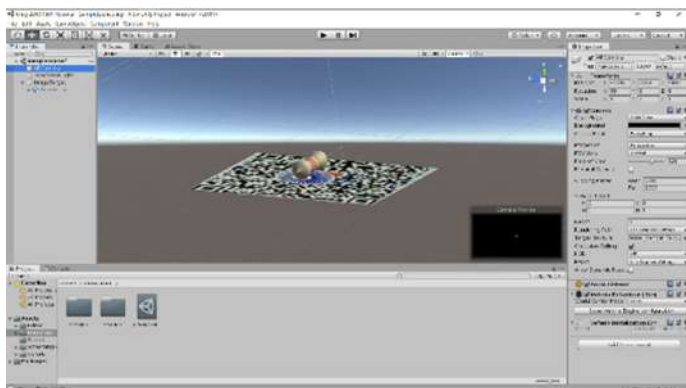


Ilustración 6. Galeano F,2019, realizando los ajuste de la APP del software en Unity 3D, autoría Propia.

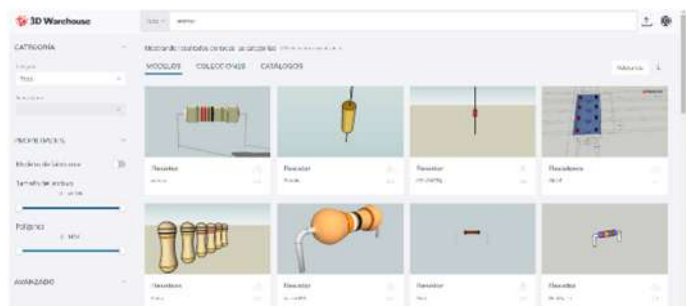


Ilustración 2. Galeano F,2019, Selección de modelo 3D en 3D Warehouse de SketchUp, autoría Propia.

En este orden el paso a seguir es la selección de los modelos 3D que se van a visualizar en el software terminado, para esto se utilizan modelos de la plataforma Sketchup Make, pues los modelos que los usuarios crean allí son gratuitos y de libre uso la mayoría de las veces, por lo cual no hay inconveniente de uso más adelante, una vez estén los modelos se procede a crear una aplicación móvil hecha para celulares o tabletas con sistema operativo Android, pues es el SO más comúnmente utilizado y para la comodidad de los estudiantes las aplicaciones móviles son las más adecuadas.

Una vez terminado el software se procede a crear un grupo de estudio en la Corporación Tecnológica Industrial Colombiana, compuesto por cinco estudiantes de 1er semestre que no hayan tenido contacto previo alguno con la RA, y se les plantea la propuesta de participar en este estudio, razón por la cual se procedió a que todos tuvieran la aplicación instalada en sus smartphones e interactuaran con la misma durante una semana, en la cual explorarían la aplicación y su contenido en este intervalo de tiempo, al llegar la fecha límite se procedió a realizar una evaluación diagnóstica acerca de los componentes resistivos y que tal les pareció la experiencia con realidad aumentada, se observó que su desempeño en la prueba fue sobresaliente, y la respuesta más común era referente a lo interactivo y entretenido que era el visualizar los modelos en 3D, a pesar de que los elementos resistivos no son realmente costosos y son sencillos de obtener, el verlos en un modelo 3D hace que sea más interactivo.

CONCLUSIONES

- La realidad aumentada es una tecnología que lleva desarrollándose por más de 2 décadas por diferentes instituciones, organizaciones, investigadores y aficionados a la materia, razón por la cual en el ámbito educativo no se queda para nada obsoleta ni inútil, por el contrario, en la educación lleva utilizándose una gran cantidad de tiempo y en cantidad de diversas áreas del conocimiento humano como automatización, TIC's, Geología, Medicina, Automovilismo, Aeronáutica, Didáctica infantil, supervisión de procesos industriales, en las áreas de simulación de procesos, lo cual concluye en que es una poderosa herramienta que puede y ha sido utilizada en procesos de didácticos con total seguridad y bajo coste.

- En cuanto al desarrollo del software, como se explicó con anterioridad, la complejidad de crear estos sistemas de RA es proporcional a la sensación de inmersión e interactividad que se desea, razón por la cual este software al ser solo de nivel 1 en la escala de RA, resultó ser una tarea sin demasiadas complicaciones, pues el resultado deseado era solo mostrar los modelos de los elementos resistivos en la electrónica, lo cual es una sensación inmersiva mínima y no requiere una gran cantidad de recurso ni monetario al ser las licencias de uso gratuito al ser utilizadas sin fin de lucro destinadas a la investigación, ni recurso de cómputo, puesto que el software puede ser utilizado en celulares incluso de gama media baja, lo cual permite más alcance de público sin afectar el rendimiento del software.

- La implementación del software también resultó ser una operación sencilla, pues al tratarse únicamente de una aplicación para Android, bastaba con simplemente instalarla en sus dispositivos como cualquier otra aplicación, simplemente sabiendo la versión de sistema operativo del cada teléfono se podía construir la aplicación y transferir a cada teléfono a modo de archivo, una vez instalada ya se podía utilizar con normalidad.

- El impacto que tuvo la realidad aumentada en el grupo de estudio fue bastante positivo, pues sintieron mucho interés por el modo en el cual la aplicación mostraba los elementos resistivos, su principal enfoque fue la interactividad y la novedad que representó para los integrantes del grupo, no solo aprendieron de manera óptima, sino que el aprendizaje se hizo ligeramente más ameno en comparación a un libro; la utilización de RA contribuyó de manera positiva a mejorar el aprendizaje del grupo de estudio, como se estableció con anterioridad por diversos autores, la realidad aumentada o reemplaza la educación tradicional, no está diseñada para ello, sin embargo está hecha para servir de complemento en las clases, contribuyendo a un dinamismo que hace del aprendizaje algo más interactivo y ameno, no solo con este grupo sino en otras ramas del conocimiento humano.

RECOMENDACIONES

- La plataforma de Unity 3D esta originalmente diseñada para el desarrollo de videojuegos, razón por la cual se requiere de cierto nivel de experiencia en el lenguaje de programación orientado a objetos C# o Java, a pesar de que existe documentación de sobra en la página del mismo editor, facilita mucho las cosas tener fundamento de programación orientada a objetos.

- Ser cuidadoso en la sensación de interactividad que se dese tener con el usuario, pues según en grado de inmersión deseado existen distintas plataformas de desarrollo de realidad virtual además de vuforia, tales como: Google ARcore, ARToolKit, 8th Wall AR, entre varias otras, razón por la cual se recomienda conocer de antemano que nivel de realidad aumentada se va a utilizaren a creación de futuros software en base a RA.

- La realidad aumentada no es la solución definitiva, han generado resultados favorables a la hora de captar la atención del público pues sigue siendo algo que sorprende a la vista, y que puedan interactuar con estos elementos en tiempo real ayuda a la captación de los conceptos extractase por este tipo de tecnologías. Con la instauración del software con el grupo de prueba en la institución también se observan resultados y una opinión favorable acerca de la utilización de esta tecnología en procesos de enseñanza, pues la percepción de la clase no es la misma con ilustraciones en tablero o diapositivas a tener un modelo 3d que provee información y manipulación de este en tiempo real genera una sensación de interés por el tema en cuestión.



REFERENCIAS

- Abásolo M. J. (2011). Introducción a RV y RA. Capítulo 1 y 3 del libro Realidad Virtual y realidad aumentada. Interfaces Avanzadas. Escuela de CACIC. 2011, UNLP. [1]
- Akçayır, M. & Akçayır, G. & Miraç P, H. & Akif O, M. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. Computers in Human Behavior. 57. 334-342. 10.1016/j.chb.2015.12.054. [7]
- Azuma, R.; Baillot, Y.; Behringer, R.; Feiner, S.; Julier, S. and MacIntyre, B. (2001). "Recent Advances in Augmented Reality". IEEE Computer Graphics and Applications, pag 1. [3]
- Basogain, X. & Olabe, M. & Espinosa, K. & Rouèche, C. & Olabe, J. (2018). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. [8]
- Basquez S, A. Realidad aumentada en la educación, Universidad Politécnica de Madrid, 2017. [9]
- Castro, S., & Guzmán, B., & Casado, D. (2007). Las Tic en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Laurus, 13 (23), 213-234. [15]
- Chrysoulas, Ch. & Homa, A. & Lemac, M. (2018). Teaching Industrial Automation Concepts with the use of Virtual/Augmented Reality-The IEC 61499 Case. [5]
- Fombona C, J. Pascual S, M. Ferreira A, M. Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación [en (Espinosa, 2014) línea] 2012, julio. ISSN 1133-8482. [10]
- Gutiérrez, A. & Hernández, J. & Penessi, M. & Sobrino, D. (2012). Tendencias emergentes en Educación con TIC. [13]
- Kırıkkaya, E. Şentürk B, M. (2019) The effect of the use of augmented reality applications on the academic success and motivation of 7th grade students, Journal of Baltic Science Education, ISSN 2538-7138, Turkey. [17]
- Larrañaga O, A. Nolla de Celis, A. El modelo educativo tradicional frente a las nuevas estrategias de aprendizaje, Universidad Internacional de La Rioja, teoría y métodos educativos, Bilbao, 2014. [14]
- MITIC. (2016) Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicación, Tenencia de Smartphone aumentó 50% en Colombia en el 2016, <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-51641.html>, mayo de 2017[11]
- Molina de la Torre, I & Fernández, L. & Andrés López, A, G. (2015). Utilización de la realidad aumentada en el trabajo de campo geográfico: posibilidades y dificultades para su uso docente. 634-649. 10.14198/GeoAlicante2015.47. [4]
- Prendes E, C. (2014). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación. 187-203. 10.12795/pixelbit. 2015.i46.12. [12]
- Rela, A. Electricidad y electrónica. (2010) – dirigido por Juan Manuel Kirschenbaum. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2010. ISBN 978-950-00-0751-1 pág. 164-16[2]
- Román G, J. (2016) La curiosidad en el desarrollo cognitivo: análisis teórico, Universidad Pedagógica, Nacional, mayo 2016. [16]
- Sánchez B, J. (2017). El potencial de la realidad aumentada en la enseñanza de español como lengua extranjera. Revista de educación mediática y tic (Edmetec). 6. 62-80. 10.21071/edmetec. v6i1.5808. [9]
- Sirakaya, M. & Alsancak S, D. (2018). The Effect of Augmented Reality Use in Science Education on Attitude and Motivation. - Kastamonu Eğitim Dergisi. 1-10. 10.24106/kefdergi. 415705.[6]