South American Publishing

SAP Multidisciplinary Open. 2024; 2:23
doi: 10.62486/mo202423

REVIEW

Application of augmented reality in space exploration and astronomy

Aplicación de realidad aumentada en la exploración espacial y la astronomía

Rita Liss Ramos Perez[1], Rene Isaac Bracho Rivera[1], Milagros Andrea Bracho Rivera[1], Cynthia Michel Olguín-Martínez[2], Denisse Viridiana Velarde-Osuna[2], José Gregorio Mora-Barajas[3], Aaron Samuel Bracho Mosquera[1], Nancy Rosillo Suárez[4], Rafael Romero-Carazas[5], Juan Richar Villacorta Guzmán[5], Daniel Omar Nieves-Lizárraga[2], María Teresa De Jesús De La Paz Rosales[2], Rogelio Buelna-Sánchez[2],Mario Pedro Rodríguez Vásquez[6], Bertha Silvana Vera Barrios[7], Elizabeth del Carmen Ormaza Esmeraldas[8], César Carbache Mora[8], Aida Maygualida Rodríguez-Álvarez[9], Amarelys Román-Mireles[10]

[1]Universidad de Panamá, Panamá.
[2]Universidad Autónoma de Sinaloa, México.
[3]Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. Barquisimeto, Venezuela.
[4]Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.
[5]Escuela Militar de Ingeniería, Bolivia.
[6]Universidad de Brasilia, Brasil.
[7]Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
[8]Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.
[9]Universidad Católica Andrés Bello, Gerencia y Evaluación Educativa, Venezuela.
[10]Universidad de Carabobo, Venezuela.

Cite as
Ramos Perez RL, Rodríguez-Álvarez AM, Carbache Mora C, Ormaza Esmeraldas E del C, Vera Barrios BS, Rodríguez Vásquez MP, et al. Application of augmented reality in space exploration and astronomy. SAP Multidisciplinary Open. 2024; 2:23. https://doi.org/10.62486/mo202423

Publication History
Submitted: 07-12-2023
Revised: 19-01-2024
Accepted: 30-03-2024
Published: 31-03-2024

Corresponding Author
Rita Liss Ramos Perez

ABSTRACT

Introduction: augmented reality (AR) integrates signals captured from the real world with signals generated by computers, making them correspond in the construction of new coherent realities, which complement and coexist in the real world and the virtual world.
Objective: characterize the impact of augmented reality on astronomy and space exploration issues.
Method: a review of the bibliography was carried out using articles rescued from databases such as SciELO, Dialnet, Scopus, Researchgate, recovering a total of 16 reference articles from available literature related to the topic in question, included in the time frame. between 2019 and 2024.
Results: AR constitutes powerful tools for teaching Astronomy, since they allow the observation of stars, constellations and the solar system, facilitating the explanation of celestial phenomena to the educator, generating behaviors of satisfaction, interest, autonomy and, above all, motivation towards The learning of topics related to the universe, maintains the real world that the user sees, complementing it with virtual information superimposed on the real one, thus favoring decision making, the formulation of predictions and solutions and even developing mathematical models.
Conclusions: augmented reality constitutes a powerful tool for the acquisition of skills and knowledge, allowing real-time visualization of astronomical data, scientific education and dissemination, space simulations, but above all it allows us to understand and discover the immensity of the universe that surrounds us.

Keywords: Augmented Reality; Space Exploration; Astronomy; Technology.

RESUMEN

Introducción: la realidad aumentada (RA) integra señales captadas del mundo real con señales generadas por computadoras, las hace corresponder en la construcción de nuevas realidades coherentes, que se complementan y coexisten en el mundo real y el mundo virtual
Objetivo: caracterizar el impacto de la realidad aumentada en temas de astronomía y exploración espacial.
Método: se realizó una revisión de la bibliografía mediante los artículos rescatados desde las bases de datos como SciELO, Dialnet, Scopus, Researchgate, recuperándose un total de 16 artículos referenciales de literatura disponible relacionados con el tema en cuestión, comprendidos en el marco de tiempo entre el 2019 y 2024.
Resultados: la RA constituye poderosas herramientas para la enseñanza de la Astronomía, ya que permiten observar las estrellas, constelaciones y sistema solar, facilitando la explicación de los fenómenos celestes al educador, genera

© 2024; The Authors. This Open access article is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

comportamientos de satisfacción, interés, autonomía y sobre todo de motivación hacia el aprendizaje de temas relacionados al universo, mantiene el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesto al real favoreciendo así la toma de decisiones, el planteamiento de predicciones y soluciones e incluso desarrollar modelismos matemáticos

Conclusiones: la realidad aumentada constituye una herramienta potente para la adquisición de habilidades y conocimientos permitiendo la visualización en tiempo real de datos astronómicos, la educación y divulgación científica, simulaciones espaciales, pero sobre todo permite comprender y descubrir la inmensidad del universo que nos rodea.

Palabras clave: Realidad Aumentada; Exploración Espacial; Astronomía; Tecnología.

INTRODUCCIÓN

La realidad aumentada (RA) es un modo de poder interactuar con la realidad física en tiempo real. Se usa para definir una visión a través de un dispositivo tecnológico, directa o indirecta, de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. Los campos de aplicación son muchos, entre ellos se pueden mencionar: La fabricación, el mantenimiento y la reparación de maquinarias, equipos y componentes, el entretenimiento, la publicidad, la educación y la medicina.[1]

A la hora de su concreción lo primero es no caer en el error de creer que es de naturaleza reciente, pues ya en los años 90 el término se utilizaba en diferentes campos que iban desde la Medicina, a la Aeronáutica, la Robótica y el Turismo, sin embargo, debemos reconocer que ha sido en los últimos años cuando está adquiriendo mayor significación y presencia, tanto en el sector industrial, como en el del ocio y el formativo.[2]

La RA tiene como finalidad sobreponer imágenes tridimensionales sobre las imágenes proporcionadas por la cámara. Esta técnica está siendo apropiada en aplicaciones médicas debido principalmente a que genera un incremento de las señales visuales percibidas por el cirujano con una ampliación de su percepción visual, hecho que se ve reflejado en mayor precisión y éxito en las intervenciones; además, mejora la respuesta ojo mano del cirujano gracias a la ampliación de la realidad. En contraposición a la realidad virtual que recrea un ambiente en su mayoría artificial, la realidad aumentada enriquece la realidad, lo que resulta ser de mayor aceptación por el ojo y cerebro humano.[3]

La RA pueda reproducirse, se necesitan 3 componentes fundamentales: un objeto real que funcione como referencia para la interpretación y creación del objeto virtual. La presencia de un dispositivo con cámara para transmitir la imagen del objeto real. Y por último un software responsable de interpretar la señal transmitida por la cámara.[4] La realidad aumentada (RA) forma parte de lo que se ha llegado a denominar como tecnologías emergentes. Es una tecnología que ha venido tomando fuerza en la educación digital, debido a la flexibilidad que brinda en cuanto a facilitar el aprendizaje sobre determinados temas de manera interactiva e inmersiva.[5]

Los recursos educativos interactivos forman parte de esos medios tecnológicos que pueden favorecer un mejor aprendizaje, pues la utilización de materiales multimedia, aportan opciones de enseñanza que facilitan un proceso educativo eficaz y de mejor calidad. Las tendencias no paran de crecer y a los nuevos dispositivos, cada vez más accesibles y ubicuos, se unen nuevas tendencias tecnológicas y estrategias didácticas como la realidad aumentada. La Astronomía es una de las ciencias más antiguas, pero dado el crecimiento tecnológico es también una ciencia moderna, mediante la RA se puede potenciar las habilidades, actitudes y conocimientos que les permitan comprender, apreciar y cuidar su entorno natural, potenciando su curiosidad y capacidad de asombro.[6]

Se expone la conveniencia de involucraren el escenario educativo estrategias interactivas para la enseñanza de temas como la Astronomía, generando en los estudiantes interés hacia el descubrimiento del mundo y el Universo que le rodea. De la misma manera, para la sociedad en general, se logra describir la importancia de vincular la enseñanza de la Astronomía a los programas de educación y, de este modo, promover la consulta en temas de ciencia; además de generar espacios mediados por la RA.[7]

Por lo antes expuesto se traza como **objetivo** del presente artículo de revisión caracterizar el impacto de la realidad aumentada en temas de astronomía y exploración espacial.

MÉTODO

Se realizó una revisión de la bibliografía disponible utilizando los métodos analíticos sintético e histórico lógico mediante los artículos recuperados desde las bases de datos como SciELO, Dialnet, Scopus, Researchgate, recuperándose un total de 16 artículos referenciales de literatura disponible relacionados con el tema en cuestión, comprendidos en el marco de tiempo entre el 2019 y 2024. Se emplearon filtros para la selección de artículos en los idiomas inglés y español. Se emplearon los términos “Exploración Espacial”, “Realidad Aumentada”, “Tecnología”, “Astronomía” como palabras clave en el artículo.

RESULTADOS

La realidad aumentada es de mayor aceptación por el cerebro humano debido a que conserva gran parte del recorrido visual real, en contraste a otra tecnología muy popular llamada realidad virtual, que se caracteriza por crear un ambiente y una visión totalmente artificial. En los últimos años las aplicaciones médicas de RA han tenido una rápida expansión, dirigida por avances en el hardware

(interfaces, hápticas y despliegues), al mismo tiempo que los teléfonos

Inteligentes y tabletas se han constituido en herramientas cada vez más populares para aplicaciones de RA en medicina, industria y educación.[8]

Es importante que la realidad aumentada supere la etapa inicial en la que está, y empiece a ocupar un relevante sitio tanto fuera como dentro del aula, consolidada como una valiosa herramienta de motivación y de enseñanza-aprendizaje, quizás, algún día la realidad aumentada será un elemento relevante en el mundo educativo. La realidad aumentada ha permitido establecer una alternativa segura a las prácticas de laboratorio o prácticas de clase al incluirlas en un entorno más controlado.[9]

Álvarez-Herrero JF et al,[10] plantea que llevar el aprendizaje a la calle, al contexto y la realidad más cercana al alumnado, siempre ha sido un recurso con el que se han experimentado resultados positivos. Hacerlo además acompañado con un uso apropiado y coherente de las tecnologías digitales, reporta mayores beneficios cuando además estamos hablando de alumnado de educación secundaria y del uso de los smartphones y de las redes sociales.

La integración coherente, de esta tecnología en tiempo real, ofrece diversidad de capas de información digital; su posibilidad de interacción; para la construcción del contenido debe intervenir la persona y enriquece o altera la información de la realidad con la información que se le integra. Se pone de manifiesto que es una tecnología, la de los celulares, fuertemente disponible en los estudiantes, y respecto a la cual muestran un alto grado de acuerdo para su uso como tecnología de aprendizaje.[2]

Sobre esta tecnología Suárez Rodríguez JM,[11] asegura que los Modelos Digitales de Elevación (DEM) son estructuras de datos numéricos que representan la distribución espacial de la elevación, proporcionando información cuantitativa y continua para la visualización de variables. Por otro lado, la Realidad Aumentada es un sistema que involucra al usuario y complementa la visualización del mundo real a través de elementos virtuales. La vinculación de la Realidad Aumentada con los Modelos Digitales de Elevación genera un gran aporte para la visualización, interacción y comprensión de los fenómenos. Al vincular DEM con entornos de RA incide positivamente en la capacidad de interpretación del relieve, imágenes satelitales, e incluso permite el desarrollo de aplicaciones móviles.

La RA integra señales captadas del mundo real con señales generadas por computadoras, las hace corresponder en la construcción de nuevas realidades coherentes, que se complementan y coexisten en el mundo real y el mundo virtual, enriqueciéndose las experiencias cognitivas en el orden visual y mejora sin dudas la calidad de la comunicación en el contexto en que se desempeñan estudiantes y profesores.[1]

Pérez-Lisboa S et al,[6] evidencio en sus resultados que el avance en el lenguaje científico al reconocer elementos del universo, aspecto semántico, expresar ideas y explicaciones sobre eventos astronómicos, aspecto morfosintáctico, que los niños y niñas conoció en la intervención educativa.La realidad aumentada y el programa Stellarium, son poderosas herramientas para la enseñanza de la Astronomía, ya que permiten observar las estrellas, constelaciones y sistema solar, facilitando la explicación de los fenómenos celestes al educador.

A su vez, Alzate LA et al,[7] encontró que el uso de las herramientas RA enfocada a la educación generó en los estudiantes comportamientos de satisfacción, interés, autonomía y sobre todo de motivación hacia el aprendizaje de temas relacionados al universo, el sistema solar, exploración espacial y el planeta Tierra. Evidenció que la implementación de la RA cumple una función mediadora dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde el docente la utiliza como herramienta de ayuda; pero a la vez es importante darle una intencionalidad a las actividades y al contenido, en este caso de Astronomía, para que esté dentro del contexto que se desea aplicar presencia lo virtual, contando con todos los elementos necesarios para que el sujeto pueda navegar de manera autónoma, interesado y con agrado por adquirir el nuevo aprendizaje.

La realidad aumentada, pues no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesto al real. El usuario nunca pierde el contacto con el mundo real que tiene al alcance de su vista y al mismo tiempo puede interactuar con la información virtual superpuesta.[4]

La intención de identificar las posibilidades narrativas de la realidad aumentada mediante la creación de una animación 3D interactiva sobre temas de astrofísica, para lograr esto, se identificaron una serie de elementos conceptuales, estéticos y tecnológicos de la realidad aumentada que permitieron la creación de una narrativa inmersiva usando animación 3D. Con temas relevantes de astrofísica como lo son agujeros negros, agujeros de gusano y relatividad general, así como también su validación con expertos temáticos. Se plantea finalmente una traducción audiovisual que lleva estos conceptos, tanto técnicos como temáticos, a un espacio virtual usando la realidad aumentada. Actualmente, la literatura y usos de la RA que tratan temas científicos se usan más para expandir la información que se ve a través de la pantalla y no tanto en crear narrativas inmersivas de divulgación científica utilizando esta tecnología.[12]

Castro Rojas YA,[13] realizó, en su estudio un diagnóstico en el cual evaluó el estado inicial de los estudiantes respecto a su conocimiento de conceptos astronómicos y su producción de textos narrativos. De acuerdo con las orientaciones didácticas sobre la enseñanza de la astronomía se adaptaron y diseñaron talleres de aprendizaje desde el trabajo virtual en casa y se evaluaron los progresos. Su investigación permitió que los niños y niñas exploren el mundo desde diferentes perspectivas, mejoren la riqueza y práctica de su producción narrativa y se apropien de los conceptos astronómicos.

Es una tecnología que puede amoldarse a diferentes prácticas y experiencias educativas que pueden ir desde un aprendizaje objetivista; pues per-mite lograr, con su utilización, que los alumnos aprendan capacidades y protocolos concretos de actuación perfectamente definidos y estructurados; hasta posiciones constructivistas, don-de los alumnos tengan que adoptar posiciones activas para la construcción del conocimiento y desde acciones donde la información se presenta, a través de estos objetos, en situaciones de aprendizaje basadas en el juego o en problemas.[2]

En la actualidad, son numerosas las misiones espaciales que tienen como objetivo cartografiar nuestra galaxia. Una de las

más destacadas es la misión Gaia, la joya de la Agencia Espacial Europea, la cual tiene como principal objetivo crear un mapa tridimensional de la Vía Láctea, para así poder indagar en la composición, formación y evolución de la misma. En este momento, los últimos datos de los que se dispone pertenecen a Early Data Release 3, y son gestionados por el DPAC (Data Processing and Analysis Consortium), un consorcio europeo formado por investigadores y científicos expertos, dedicado al procesamiento y análisis de los datos que el satélite recoge desde nuestro sistema solar.[14]

En este trabajo se detalla la representación y animación 3D de los cúmulos mencionados, haciendo uso de los datos de la Early Data Release 3. Esta aplicación permite al usuario interactuar con las estrellas que componen cada cúmulo, consultar información relativa a las mismas, así como visualizar su movimiento a lo largo del tiempo. Además, la aplicación integra tecnologías de Realidad Aumentada para visualizar e interactuar con los cúmulos de una forma más intuitiva por medio de las gafas.[14]

La astronomía como una ciencia que posibilita la interdisciplinariedad, genera interés y curiosidad en personas de todas las edades y ha sido pionera en el desarrollo del pensamiento científico. La astronomía permite la consolidación de algunos conceptos propios de las ciencias naturales, y propicia los avances e innovación tecnológica que han aportado en el desarrollo social de las civilizaciones. El fundamento metodológico de la secuencia didáctica, consiente un ambiente de inmersión, en el que la labor del astrónomo y particularmente del astronauta es reconocida por los niños, esto implica el asumir una postura de cercanía frente a las ciencias astronómicas, permitiendo, así, que las conceptos científicos se vayan desarrollando en un entorno contextual, en el que surgen situaciones problemáticas, fenómenos que requieren explicación y particularidades del quehacer científico tales como; la toma de decisiones, el planteamiento de predicciones y soluciones e incluso desarrollar modelismos matemáticos.[15]

Se reconoce el potencial uso de la realidad aumentada y el diseño, como herramientas alternativas dentro de las instituciones educativas, para la creación de instrumentos que permitan el desarrollo de habilidades motrices y espaciales en los estudiantes de edad preescolar, procurando mejorar el rendimiento académico de los niños en el ámbito escolar.[16]

CONCLUSIONES

La realidad aumentada constituye una herramienta potente para la adquisición de habilidades y conocimientos permitiendo la visualización en tiempo real de datos astronómicos, la educación y divulgación científica, simulaciones espaciales, pero sobre todo permite comprender y descubrir la inmensidad del universo que nos rodea.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Rita Liss Ramos Perez, Rene Isaac Bracho Rivera, Milagros Andrea Bracho Rivera, Cynthia Michel Olguín-Martínez, Denisse Viridiana Velarde-Osuna, José Gregorio Mora-Barajas, Aaron Samuel Bracho Mosquera, Nancy Rosillo Suárez, Rafael Romero-Carazas, Juan Richar Villacorta Guzmán, Daniel Omar Nieves-Lizárraga, María Teresa De Jesús De La Paz Rosales, Rogelio Buelna-Sánchez, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Bertha Silvana Vera Barrios, Elizabeth del Carmen Ormaza Esmeraldas, César Carbache Mora, Aida Maygualida Rodríguez-Álvarez, Amarelys Román-Mireles.

Investigación: Rita Liss Ramos Perez, Rene Isaac Bracho Rivera, Milagros Andrea Bracho Rivera, Cynthia Michel Olguín-Martínez, Denisse Viridiana Velarde-Osuna, José Gregorio Mora-Barajas, Aaron Samuel Bracho Mosquera, Nancy Rosillo Suárez, Rafael Romero-Carazas, Juan Richar Villacorta Guzmán, Daniel Omar Nieves-Lizárraga, María Teresa De Jesús De La Paz Rosales, Rogelio Buelna-Sánchez, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Bertha Silvana Vera Barrios, Elizabeth del Carmen Ormaza Esmeraldas, César Carbache Mora, Aida Maygualida Rodríguez-Álvarez, Amarelys Román-Mireles.

Redacción – borrador original: Rita Liss Ramos Perez, Rene Isaac Bracho Rivera, Milagros Andrea Bracho Rivera, Cynthia Michel Olguín-Martínez, Denisse Viridiana Velarde-Osuna, José Gregorio Mora-Barajas, Aaron Samuel Bracho Mosquera, Nancy Rosillo Suárez, Rafael Romero-Carazas, Juan Richar Villacorta Guzmán, Daniel Omar Nieves-Lizárraga, María Teresa De Jesús De La Paz Rosales, Rogelio Buelna-Sánchez, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Bertha Silvana Vera Barrios, Elizabeth del Carmen Ormaza Esmeraldas, César Carbache Mora, Aida Maygualida Rodríguez-Álvarez, Amarelys Román-Mireles.

Redacción – revisión y edición: Rita Liss Ramos Perez, Rene Isaac Bracho Rivera, Milagros Andrea Bracho Rivera, Cynthia Michel Olguín-Martínez, Denisse Viridiana Velarde-Osuna, José Gregorio Mora-Barajas, Aaron Samuel Bracho Mosquera, Nancy Rosillo Suárez, Rafael Romero-Carazas, Juan Richar Villacorta Guzmán, Daniel Omar Nieves-Lizárraga, María Teresa De Jesús De La Paz Rosales, Rogelio Buelna-Sánchez, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Bertha Silvana Vera Barrios, Elizabeth del Carmen Ormaza Esmeraldas, César Carbache Mora, Aida Maygualida Rodríguez-Álvarez, Amarelys Román-Mireles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vidal Ledo M, Lío Alonso B, Santiago Garrido A, Muñoz Hernández A. Realidad aumentada angel. Educ Medi Sup [Internet]. [citado 14 de enero de 2024];31(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412017000200025&lng=es

2. Almenara JC, Puente AP. La Realidad Aumentada: Tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje. AULA Revista de

Humanidades y Ciencias Sociales [Internet]. 2020 [citado 17 de febrero de 2024];66(2). Disponible en: https://revistas.unphu.edu.do/index.php/aula/article/view/138

3. Larrarte EMA, Alban OAV, Navarro JMS. Una aproximación a la realidad aumentada y sus aplicaciones quirúrgicas. UCP [Internet]. 2018 [citado 14 de enero de 2024];12(24). Disponible en: https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/83

4. Guataquia Quevedo O. APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA EN EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZAAPRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA EN EL GRADO NOVENO. Univ de Sant [Internet]. 2021 [citado 17 de febrero de 2024]; Disponible en: https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/64ae1ee7-7e66-42b8-bbc3-cdeacedb9519/content

5. Márquez Díaz, JE, Morales Espinosa, LA. Realidad aumentada como herramienta de apoyo al aprendizaje de las funciones algebraicas y trascendentes | Revista Educación en Ingeniería. Rev Educ Inge [Internet]. 2020 [citado 13 de enero de 2024];15(29). Disponible en: https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/1037

6. Pérez-Lisboa S, Ríos-Binimelis CG, Castillo Allaria J, Pérez-Lisboa S, Ríos-Binimelis CG, Castillo Allaria J. Realidad Aumentada y simuladores: astronomía para niños y niñas de cinco años. ALTERIDADRevista de Educación [Internet]. junio de 2020 [citado 17 de febrero de 2024];15(1). Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-86422020000100025&lng=es&nrm=iso&tlng=es

7. Alzate LA, Erazo JHC, Hernández LA. Implementación de un ambiente de aprendizaje mediado por el recurso NASA Space Place para motivar el aprendizaje de la Astronomía desde las Ciencias Naturales en los niños del grado cuarto de las instituciones educativas San Cayetano I.E.D. de la ciudad d: Implementation of a learning environment mediated by the NASA Space Place resource to motivate the learning of Astronomy from Natural Sciences in fourth grade children of the San Cayetano I.E.D. educational institutions in the city of Bogota and Agroindustrial Victor Manuel Chaux Villamil, in the department of Cauca. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades [Internet]. 24 de febrero de 2023 [citado 17 de febrero de 2024];4(1). Disponible en: http://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/402

8. Aguilar Larrarte EM, Vivas Albán OA, Sabater Navarro JM. REALIDAD AUMENTADA CON MARCADORES CUADRADOS Y NATURALES PARA NAVEGACIÓN QUIRÚRGICA. Pistas Educativas [Internet]. 28 de febrero de 2018 [citado 14 de enero de 2024];39(128). Disponible en: https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/1166

9. Sáenz del Amo R. Diseño y desarrollo de material didáctico en realidad aumentada: vídeo de presentación. Univ de Burg [Internet]. 2020 [citado 18 de febrero de 2024]; Disponible en: https://riubu.ubu.es/handle/10259/5350

10. Álvarez-Herrero JF, Hernández-Ortega J. Itinerarios didácticos con smartphones para promover la educación ambiental y la competencia digital entre el alumnado de secundaria | Digital Education Review [Internet]. 2021 [citado 12 de enero de 2024]. Disponible en: https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/32957

11. Suárez Rodríguez JM. GeoAR, integración de modelos digitales de elevación en ambientes de realidad aumentada. Udistrital [Internet]. 15 de diciembre de 2021 [citado 18 de febrero de 2024]; Disponible en: http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/30565

12. Ealo Otero LC. Univerzoom : una propuesta narrativa en realidad aumentada para la divulgación de la ciencia en temas de astrofísica. Univ de Antio [Internet]. 2022 [citado 17 de febrero de 2024]; Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/29762

13. Castro Rojas YA. Narraciones infantiles a partir del aprendizaje de conceptos astronómicos. UPTC [Internet]. 2020 [citado 17 de febrero de 2024]; Disponible en: https://repositorio.uptc.edu.co//handle/001/8918

14. Lodeiro Vázquez A. Representación, visualización y animación 3D de cúmulos estelares mediante realidad aumentada. RUC [Internet]. 2022 [citado 18 de febrero de 2024]; Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/31887

15. Navarrete Flórez DS, Valderrama DA. Apropiación conceptual de la astronomía en el contexto de la educación primaria. UPTC [Internet]. 2020 [citado 18 de febrero de 2024]; Disponible en: https://repositorio.uptc.edu.co//handle/001/3190

16. Osorio C, Luisa M. La realidad aumentada como tecnología potenciadora del desarrollo de la percepción espacial en niños de 5 a 6 años de edad de grado preescolar. Univ de Caldas [Internet]. 21 de septiembre de 2022 [citado 18 de febrero de 2024]; Disponible en: https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/18084