

Juegos didácticos basados en realidad aumentada como apoyo en la enseñanza de biología

Deiner Restrepo Duran^{a1}, Libardo Cuello Segundo^{a2}, Leidys Contreras Chinchilla^{a3},

^a Grupo de investigación GISICO, Universidad Popular del Cesar, Facultad de Ingenierías y Tecnológicas,
Valledupar, Colombia
drestrepoduran@hotmail.com, libardoii@hotmail.com, leidyscontreras@unicesar.edu.co

Resumen. En este artículo presenta el diseño y desarrollo de una aplicación móvil basada en Realidad Aumentada (RA), como herramienta didáctica para apoyar el aprendizaje del área de biología en estudiantes de básica primaria. La RA es una tecnología que permite combinar elementos del mundo real con elementos del mundo virtual en tiempo real, esto se hace mediante el uso de marcadores (imagen), que al ser enfocados con la cámara de un dispositivo móvil muestran contenidos multimediales (objetos 3D, texto, videos, entre otros).

Para la realización de este proyecto se comenzó con la revisión de aplicaciones con RA en diversos entornos, luego se hizo un trabajo de campo entre docentes de básica primaria de la institución educativa seleccionada para el desarrollo de este proyecto, con el fin de identificar las áreas y temáticas más críticas, lo que condujo al diseño de una aplicación que permite apoyar la enseñanza del área de biología. Finalmente, se desarrolló la aplicación y se realizaron pruebas del prototipo entre estudiantes y docentes del colegio seleccionado.

Con el desarrollo de este proyecto se pudo evidenciar que la RA como herramienta didáctica favorece el aprendizaje de las temáticas de la asignatura de biología, debido a que los estudiantes pueden aprender de manera interactiva y divertida, de tal manera que se logre captar su atención.

Palabras Clave: Realidad aumentada, Educación, Aprendizaje, Aplicación Móvil, Multimedia.

Eje temático: Soluciones TIC para la Enseñanza.

1 Introducción

La integración de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la educación han ayudado a mejorar la calidad educativa cambiando el modelo educativo tradicional, en el cual el docente dirigía completamente el aprendizaje de los estudiantes. Las TIC permiten que los estudiantes avancen al ritmo de sus propias capacidades e intereses presentando metodologías más ricas con contenidos multimedia para una enseñanza más dinámica, atractiva y personalizada, los estudiantes ven la interacción con la tecnología dentro del aula de clase como algo divertido ya que les permite un mayor acceso a la información, además de permitir una integración físico-virtual mejorando las experiencias educativas, integrando y complementado el aprendizaje físico con el virtual, de forma intuitiva y simple [1] [2].

El desarrollo de las TIC ha permitido crear nuevas tecnologías que fortalecen los procesos de enseñanza y aprendizaje, unas de estas tecnologías es la realidad aumentada (RA) según uno sus pioneros Ronald T. Azuma en su artículo “A Survey of Augmented Reality”, define las 3 características principales de esta:

- ✓ Combina el mundo real y el virtual.
- ✓ Interactiva en tiempo real.
- ✓ Registrada en 3d.

Se puede afirmar que la RA es una tecnología que adiciona contenido virtual (imágenes, video, objetos 3d, entre otros.) al mundo físico de manera interactiva en tiempo real. La RA es un subconjunto de la realidad virtual (RV) y tienen que ser distinguidas una de otra, mientras la RA añade o superpone información al mundo físico, la RV reemplaza al mundo físico con un entorno meramente virtual [3], como se puede observar en la Fig 1 :



Fig 1. RA (izq.) vs RV (der.)

1.1 Tipos de Realidad aumentada

Según Olleta y Alonso [4], existen dos tipos de RA: la que emplea el reconocimiento de marcadores o imágenes, y la que está basada en la posición espacial.

- **Basada en marcadores:** Consiste en una imagen con ciertas características en la cual se superpone el contenido virtual por parte de una cámara como una webcam o la cámara de un dispositivo móvil (Smartphone, Tablet).el software es capaz de seguir la imagen, es decir, si la imagen es movida la información superpuesta sobre ella se moverá para el mismo lado. Generalmente el marcador es un código QR debido a su facilidad para ser creado y su capacidad para almacenar información (Ver Fig 2). También pueden ser usadas como marcadores imágenes como fotografías o texturas



Fig 2. realidad aumentada marcador QR

Séptima Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2017 Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, San José, del XX al XX de julio de 2017

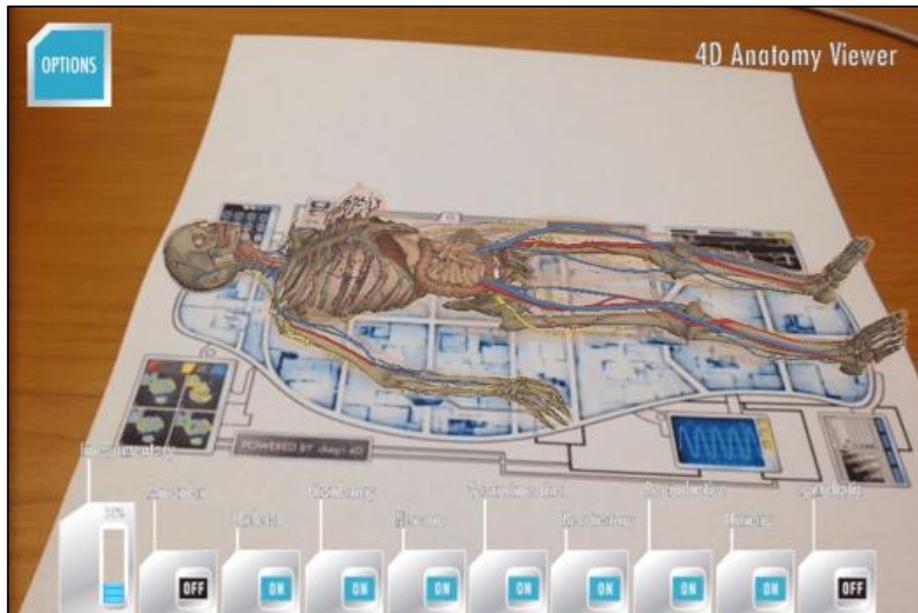


Fig 3. marcador imagen

- **Basada en Geolocalización:** Está enfocada principalmente para los dispositivos móviles utilizando su GPS para localizar al usuario y superponer la información en las coordenadas establecidas en el software, Es muy usada como un apoyo turístico a las visitantes de una ciudad. La aplicación más destacada es Layar, una App para dispositivos móviles que ofrece servicios como la búsqueda de cajeros automáticos, restaurantes, zonas de parqueo y transporte público [5].

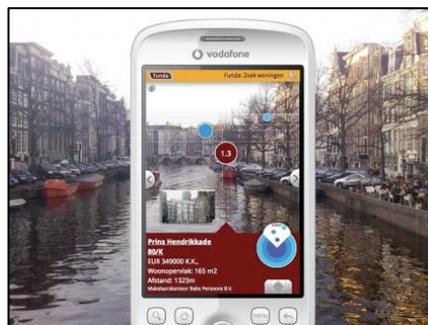


Fig 4. Aplicación layar

1.2 Elementos de Realidad Aumentada

En la Fig 5 se muestran los elementos de hardware y software que hacen posible la RA [6]

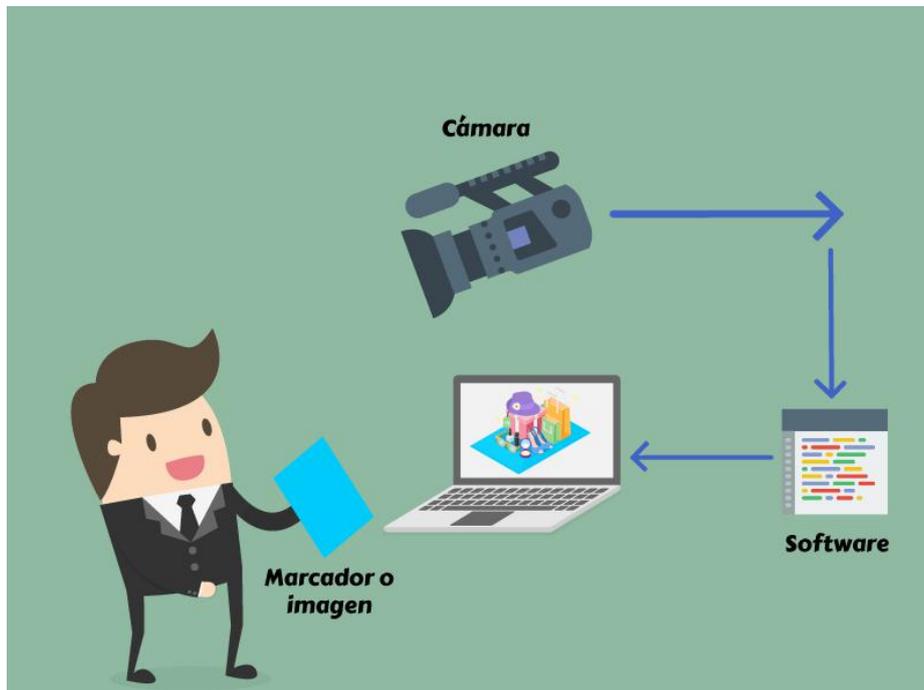


Fig 5. Elementos de RA

- **Cámara:** es el dispositivo encargado de la captura la información del mundo real y transmitirla al software.
- **Software:** Programa que toma los datos reales y los transforma en realidad aumentada.
- **Marcador:** básicamente es una imagen con ciertas características que el software interpreta y de acuerdo a un marcador específico realiza una respuesta específica, como por ejemplo mostrar una imagen 3D o reproducir un video.

2. Materiales y metodos

2.1 Tipo de investigación: Para la realización de este proyecto se llevó a cabo una investigación proyectiva [7], debido a que existía una necesidad de tipo práctico,

la cual se debía solucionar a través de: un diagnóstico preciso de las necesidades, para luego diseñar la mejor solución posible para estas necesidades y desarrollar la más óptima que apoyara los procesos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de básica primaria.

2.2 Población y muestra: La población beneficiaria de este proyecto es la comunidad académica de la Institución Educativa Ciro Pupo Martínez, en total 92 personas: Docentes (71), un Rector (1), Orientadoras (1), Coordinadores (2), Secretarias (3), Celadores (4), Aseadoras (7), Pagador (1), Bibliotecario (1) y Conductor (1). Se seleccionó una muestra por conveniencia, donde se escogieron los 25 docentes de básica primaria de la institución.

2.3 Técnicas de recolección de información: Para la recolección de la información requerida se realizaron encuestas y entrevistas entre los docentes de básica primaria de la institución educativa seleccionada, con el fin de indagar que la usabilidad de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje en sus asignaturas y conocer las temáticas más críticas en las mismas.

2.4 Metodología utilizada: La metodología utilizada para la realización de este proyecto consta de tres(3) etapas que se describen a continuación:

2.4.1 Etapa 1: Revisión de contenidos acerca de RA: Durante esta etapa se revisaron diversos artículos, tesis, publicaciones científicas, que están directamente relacionados con el tema de investigación. La revisión de esta literatura abarcó de los años 2005 a 2014, estos documentos fueron tomados de bases de datos científicas y repositorios institucionales, mediante las siguientes ecuaciones de búsqueda:

- “Realidad Aumentada en Educación”.
- “Aplicaciones de realidad aumentada”
- “Marcadores realidad aumentada”
- “Aplicación de la Realidad Aumentada en la Educación”.
- “Augmented Reality in education”

2.4.2 Etapa 2: Trabajo de campo entre docentes de la institución seleccionada: en esta etapa se realizó una encuesta entre los 25 docentes de básica primaria de la Institución Educativa Ciro Pupo Martínez, para conocer el estado actual del uso de las TIC en las diferentes áreas de enseñanza.

2.4.3 Etapa 3: Diseño e implementación de la Aplicación de Realidad Aumentada: En esta etapa se realizó el diseño, desarrollo y prueba de la aplicación, utilizando la metodología ágil XP (Extreme Programming) para el desarrollo de software, la cual consta de cinco (5) fases: Exploración, planificación, proceso de desarrollo, puesta en producción, y mantenimiento. [8].

3. Resultados y analisis

3.1 Etapa 1: Revisión de contenidos acerca de RA: En la revisión de literatura efectuada se encontró la aplicación de RA en diferentes áreas del conocimiento, tales

Séptima Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2017 Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, San José, del XX al XX de julio de 2017

como: educación, marketing, videojuegos, turismo y medicina entre otras, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Aplicaciones de la RA en las diferentes áreas.

AREA	USOS O APLICACIONES			
Educación	La RA permite a los estudiantes aprender directamente interactuando con elementos virtuales.	Los libros basados en RA con contenido multimedia mejoran la experiencia de aprendizaje.	El desarrollo de nuevas metodologías para procesar la información a través de imágenes virtuales, permite al estudiante experimentar diferentes situaciones de aprendizaje en un entorno virtual inmersivo, agregando contenidos textuales, multimedia, entre otros	La RA permite a los estudiantes aprender geografía de manera interactiva
Marketing	LA RA permite ofrecer información al cliente acerca de un producto en venta con solo enfocar el producto con la cámara de un dispositivo móvil.	El desarrollo de probadores virtuales en el cual el cliente con un marcador o sin él, puede ver cómo le quedara la ropa, un reloj, pulsera, etc. poder cambiar el modelo y el color del producto a su gusto, de manera que el cliente puede observar como se ve con el objeto y decidir si lo quiere comprar o no.	Marcas como Unilever, Nestlé y Heinz han identificado la realidad aumentada como un medio clave de mejorar e incrementar la respuesta a las campañas	
Videojuegos	La RA permite transformar el entorno o ambiente en una zona de entrenamiento interactivo.			

Turismo	La RA se transforma en una guía para los turistas y visitantes de una ciudad apoyándolos con la ubicación de los sitios más importantes con solo enfocar la cámara del dispositivo móvil.
Medicina	La RA brinda apoyo a los cirujanos en las operaciones y cirugías superponiendo órganos y estructuras internas del paciente, con el fin de minimizar los riesgos.

FUENTE: Elaboración propia a partir de: [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26]

En la Tabla 1 se puede observar que el área donde mayormente se utiliza la RA es la educación, debido a que el uso de estas nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de imágenes virtuales, permiten al estudiante experimentar diferentes situaciones de aprendizaje en un entorno virtual inmersivo, agregando contenidos textuales, multimedia, entre otros. Esta combinación es muy útil, ya que dinamiza el aprendizaje y favorece la aprehensión de conocimientos de una manera divertida y lúdica. Según el análisis realizado se puede afirmar que el uso de esta tecnología en conjunto con el diseño de videojuegos representan un elemento motivador para los alumnos, debido a que el nivel de colaboración que se puede alcanzar en aplicaciones con RA es mayor al que se puede obtener mediante el uso de dispositivos convencionales, como el mouse y teclado de un computador.

En la actualidad existen aplicaciones de RA que han sido utilizadas para la enseñanza de contenidos; en general, los contenidos que se han abordado utilizando esta tecnología son aquellos en que el alumno requiere ser capaz de manejar un alto nivel de abstracción para comprenderlos. Al permitir interactuar con distintos elementos, la RA posibilita que los alumnos sean capaces de percibir y controlar objetos que de otra forma sería imposible. Por otro lado, al no eliminar el contexto del mundo real, esta tecnología permite que esto sea realizado sin perder la comunicación y colaboración que pueden ser necesarios en distintos contextos educacionales [9]

Una de las experiencias más recurrentes han sido aquellas basadas en la metáfora del libro aumentado, empleada sobre todo en aplicaciones relacionadas con entornos educativos. Así, a partir de un marcador impreso en una de las páginas, es posible acceder a información adicional mediante gráficos 3D, que muestran figuras virtuales que aparecen sobre las páginas del libro y que se visionan a través de la pantalla de un computador con webcam [25]

3.2 Etapa 2: Trabajo de campo entre docentes de la institución seleccionada

Según entrevista realizada al rector de la institución, este colegio fue beneficiado en abril del año 2014 con la entrega de 650 tabletas digitales, en el marco del programa

del Gobierno Nacional “Computadores para educar”, que busca la implementación del uso y apropiación de las TIC, en especial las tecnologías móviles (tabletas digitales), como estrategia pedagógica para aportar en el mejoramiento de la calidad educativa, a través de prácticas de aprendizaje que desarrollen competencias con la apropiación de los dispositivos móviles, la formación de docentes, los contenidos y aplicaciones digitales.

La encuesta realizada a los 25 docentes de primaria de la institución, evidenció que hasta el momento estas tabletas no se han puesto en funcionamiento, debido a que ellos no se sienten capacitados para su utilización. También se pudo observar que el 90% no utiliza las TIC en sus procesos pedagógicos por falta de conocimiento, el 95% considera que la metodología actual necesita ser dinamizada con la inclusión de nuevas tecnologías que motiven e incentiven a los estudiantes. Así mismo, se pudo determinar que las áreas con mayor dificultad para captar la atención de los estudiantes son las matemáticas, seguida por lengua castellana y ciencias naturales (30%, 27%, 23% respectivamente), el 20% restante fue distribuido en otras áreas. (Ver Fig 6).

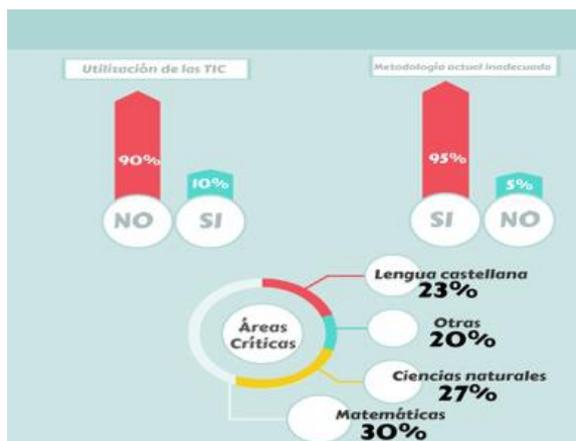


Fig 6. Resultados

3.3 Etapa 3: Diseño e implementación de la Aplicación de Realidad Aumentada:

Para la realización de este proyecto se usó el SDK(kit de desarrollo de software) de realidad aumentada creado por la compañía Qualcomm llamado Vuforia, junto al motor de videojuegos Unity3d que además de permitir marcadores como una imagen también puede usar marcadores con forma cilíndrica (vaso, botella de vino), forma de caja (cajeta de cereales) y objetos (juguetes de niños como vehículos que contengan suficientes detalles visuales). La metodología utilizada para el desarrollo de software fue la metodología ágil XP (Extreme Programming), la cual consta de cinco (5) fases: Exploración, planificación, proceso de desarrollo, puesta en producción, y mantenimiento. [8].

De acuerdo a los resultados del trabajo de campo realizado en la etapa anterior, con el mismo grupo de docentes se determinó el área en la que se iba a trabajar y se definieron las temáticas más críticas para la comprensión de los niños. Se decidió comenzar con el área de biología, el tema “reinos de la naturaleza” y una vez probado el prototipo en esta área ir abordando otras de acuerdo a las prioridades dadas por los docentes de las mismas. Para comenzar el desarrollo, se les pidió a los docentes que seleccionaran las temáticas que consideraban más difíciles de comprender entre los estudiantes y se les pidió que diseñaran en papel, los temas y la forma cómo estarían distribuidos en la interfaz gráfica, con el fin de desarrollarla en el software, lo más cercano a lo requerido por ellos. Una vez realizado el diseño en papel de la interfaz gráfica como se muestra en la Fig 7, se procedió a desarrollarla en el software seleccionado, siguiendo cada fase de la metodología XP. También se diseñaron los marcadores correspondientes en forma de cartilla. El prototipo fue refinado varias veces hasta obtener la satisfacción de los usuarios.

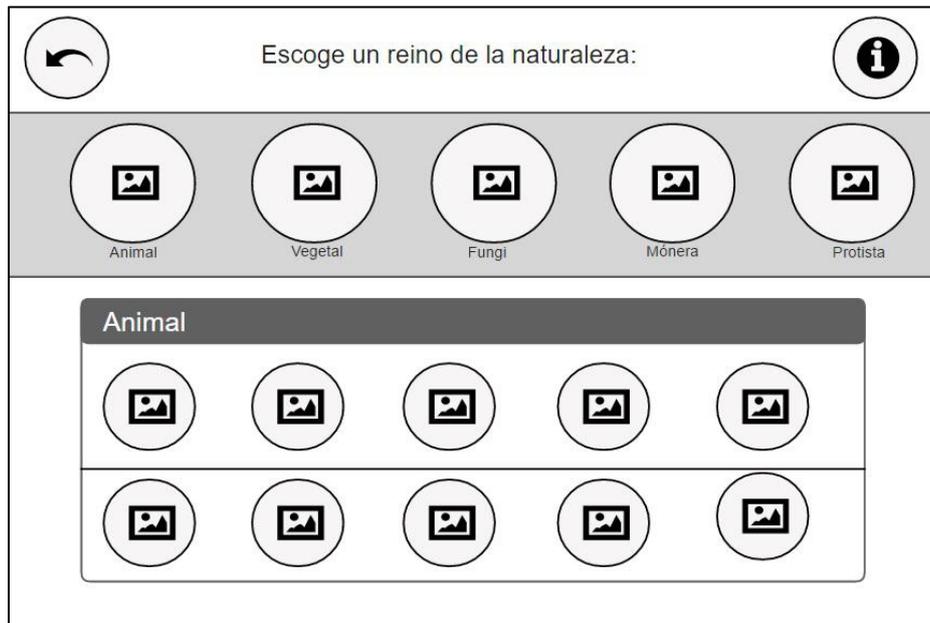


Fig 7. Diseño de la interfaz

La aplicación a desarrollar consta de una escena principal con dos opciones básicas (ver Fig 8):

- Aprender
- Pintar



Fig 8. Escena Principal

Además de las opciones principales esta escena cuenta con tres botones en la parte superior que permiten al usuario obtener información de los desarrolladores (1) de la aplicación, configurar el idioma (2), visualizar las instrucciones (3) y salir de la aplicación (4).

Al tocar el botón Aprender, se despliega una nueva escena con un menú que consta de las siguientes opciones (ver Fig 9):

- Animal
- Vegetal
- Hongo
- Protista
- Mónera



Fig 9. Menú Principal

Esta vista consta adicionalmente de dos botones que permiten volver a la vista anterior (1) y acceder a la evaluación de la temática (2).

Al tocar cualquier opción del menú se desplegará un submenú con las correspondientes divisiones de cada reino (ver Fig 10).



Fig 10. Submenú

En la Fig 10 tenemos por ejemplo el reino animal donde se muestra su correspondiente división:

Séptima Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2017 Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, San José, del XX al XX de julio de 2017

- Mamíferos
- Anfibios
- Reptiles
- Peces
- Aves
- Artrópodos
- Moluscos
- Celenterados
- Anélidos
- Equinodermos

Al tocar cualquier opción del submenú Fig 10 se despliegan las escenas de RA. Cada escena contiene modelos 3D de los seres vivos más representativos de cada división (ver Fig 11).



Fig 11. Escena RA

La escena de realidad aumentada cuenta con elementos que permiten al usuario interactuar y obtener información acerca del modelo 3D que se presenta:

- **Volver (1):** Permite que el usuario vuelva al menú principal y pueda escoger otra opción.
- **Cámara (2):** Toma una captura de pantalla del modelo 3D presente. Esa captura puede ser almacenada en el dispositivo móvil o compartida en las diferentes redes sociales.
- **Anatomía (3):** Muestra la anatomía del ser vivo.

- **Información (4):** Muestra un panel con información básica acerca del correspondiente modelo que se encuentre visualizando (ver Fig 12).
- **Joystick (5):** Solo disponible en el reino animal, permite interactuar con el modelo moviéndolo en cualquier dirección.
- **RV/RA (6):** Permite al usuario cambiar la vista de Realidad Aumentada a Realidad Virtual y viceversa.
- **Adelante y Atrás (7):** Cambia entre los diferentes modelos con los que cuenta la escena.
- **Botones de acciones (8):** Cuenta con las acciones del ser vivo.



Fig 12. Información

La opción Pintar Fig 8 permite al usuario colorear los marcadores y estos cambian el aspecto del modelo en la aplicación. Al tocar esa opción se despliega una escena (ver Fig 13) que muestra las opciones que los niños puede colorear.



Fig 13. Opciones de colorear

Al tocar cualquier opción del menú, se ingresará a una prueba de selección múltiple, con la temática correspondiente.



Fig 14. Prueba de selección múltiple

La prueba de selección múltiple Fig 14 consta de los siguientes elementos:

- **Cronometro:** mide el tiempo que demora el usuario realizando la prueba.
- **Puntaje:** mide el puntaje total obtenido por el usuario.
- **Calificar:** al tocar se calificará la prueba, si la respuesta es acertada se mostrará un mensaje notificando que la respuesta fue correcta ,en caso contrario se mostrara un mensaje indicando que la respuesta fue incorrecta.

Una vez finalizada la prueba se muestra un panel con los resultados, en este panel se muestra la siguiente información:

- Cantidad de intentos (máximo 3).
- Puntaje total.
- Tiempo en el que realizo la prueba.



Fig 15. Panel Resultado

4 Conclusiones

Las TIC constituyen en la actualidad una herramienta muy importante para la educación, apoyando el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, permitiéndole intercambiar conocimientos y experiencias acerca de un tema, en todos los niveles de educación, reduciendo así la brecha digital que existe en los países del tercer mundo.

La RA es una tecnología que motiva e incentiva a los estudiantes a conocer más sobre lo que hay en su ambiente, así como divertirlos mientras lo hacen, la utilización de libros y aplicaciones con RA, donde los objetos parecen cobrar vida, la posibilidad de interactuar con ellos y poder visualizarlos desde todos los ángulos, motiva a los estudiantes a explorar nuevos conocimientos y deja atrás la forma estática de ver las temáticas en las hojas de los libros.

Con el desarrollo de esta aplicación se pudo aprovechar las bondades de la RA, como herramienta didáctica; las pruebas realizadas pudieron evidenciar el potencial de la aplicación para captar la atención de los niños, ya que podían interactuar sin ningún temor con cada una de las opciones de la misma y apropiarse de los conocimientos de manera más divertida, debido a que la utilización de un dispositivo móvil, atraía su atención y les motivaba a interactuar con el aplicativo.

El desarrollo de este proyecto abre nuevas posibilidades para continuar realizando aplicaciones utilizando esta tecnología, debido a que, se pudo observar la aprehensión de contenidos de gran importancia en el aprendizaje de los alumnos, en especial los niños, logrando de esta manera una armonía entre su desarrollo mental y su capacidad de adquirir conocimientos, de una forma más adecuada a la etapa en la que se encuentran.

Referencias

- [1] J. Fonoll Salvador, J. García Fernández, J. García Villalobos, A. Guerra Álvarez, C. Jaúdenes Casaubón, L. Martínez Normand y R. Romero Zúnica, «Accesibilidad e inclusión. Inaccesibilidad y exclusión,» de *Accesibilidad, TIC y educación*, Madrid, Ministerio de educación, 2011, pp. 18-28.
- [2] F. Telefonica, «Motivaciones y frenos al uso de la TIC,» de *Aprender con tecnología*, Madrid, Ariel, 2012, pp. 20-21.
- [3] A. B. Craig, «Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications,» Waltham, Elsevier, 2013, pp. 15-20.
- [4] M. Olleta Aquerreta y R. Alonso González, «VIRTUALIZACIÓN DE VILLAVA MEDIANTE GOOGLE EARTH Y REALIDAD AUMENTADA: MODELADO 3D, GEOLOCALIZACIÓN Y CÓDIGOS QR,» *Academica-e*, pp. 12-14, 2013.
- [5] M. d. C. D. España, «Ministerio de Educación, Cultura y Deporte,» [En línea]. Available: http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/bibliotecas/novedades/destacados/novedades201102/tutorial_layar.pdf.

Séptima Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2017 Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, San José, del XX al XX de julio de 2017

[Último acceso: 08 04 2014].

- [6] V. Marco Romera, «Análisis de plataformas de realidad aumentada y desarrollo de la capa virtual de la UPNA,» *academica-e*, pp. 11-12, 2013.
- [7] J. Hurtado de Barrera, *Comprensión Holística de la Investigación y la Metodología*, Séptima ed., Maracaibo: Quirón, 2014.
- [8] E. Kenneth y J. Kendall, *Análisis y Diseño de Sistemas*, Sexta ed., México: Pearson Education, 2005, pp. 68-78.
- [9] X. Basogain, K. Olabe, C. Espinosa y J. Olabe, «Realidad aumentada en la educación: una tecnología emergente,» *Electrical and Computer Engineering*, 2010.
- [10] E. Rivera, L. Quispe y Y. Montalvo, «Realidad aumentada e inteligencias múltiples en el aprendizaje de matemáticas,» *Intercon 2011*, 2011.
- [11] J. Carracedo y C. Martínez, «Realidad aumentada: una alternativa metodológica en la educación primaria nicaraguense,» *IEEE*, 2012.
- [12] . M. Contreras, . M. Chirinos y M. Araque, «REALIDAD AUMENTADA: UNA NUEVA VISIÓN DE INTERACCIÓN,» *Revista Electrónica de la Universidad Valle del Momboy*, vol. 8, pp. 1104-1005, 2013.
- [13] P. G. A. Roncagliolo, A. Orellana y P. Massaro, «Sistema de realidad aumentada para planificación microquirúrgica basado en dispositivos móviles de uso masivo,» *JORNADAS CHILENAS DE INGENIERIA BIOMEDICA 2007*, 2007.
- [14] C. Ortiz, «Realidad aumentada en medicina,» *Revista colombiana de cardiología*, 2011.
- [15] F. Cañadillas, J. Jardón y C. Balaguer, «Diseño preliminar de interfaces de realidad aumentada para el robot asistencial ASIBOT,» 2013.
- [16] J. Martí Parreño, «Publicidad expandida mediante realidad aumentada,» *Dialnet*, pp. 31-32, 2011.
- [17] J. Research, «Juniper Research,» Juniper Research, 01 06 2011. [En línea]. Available: <http://www.juniperresearch.com/viewpressrelease.php?pr=427>.

Séptima Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2017 Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, San José, del XX al XX de julio de 2017

[Último acceso: 08 11 2013].

- [18] E. Madinabeitia, «La publicidad en medios interactivos, en busca de nuevas estrategias,» *Telos: Cuadernos de comunicación e innovación*, 2010.
- [19] R. Ron, A. Alvarez y P. Nuñez, *Los efectos del marketing digital en niños y jóvenes: Smartphones y tablets ¿enseñan o distraen?*, Madrid: ESIC, 2013.
- [20] A. Correa, «GenVirtual: An Augmented Reality Musical Game for Cognitive and Motor Rehabilitation,» *Virtual Rehabilitation*, 2007.
- [21] L. Wonwoo, W. Woontack y L. Jongweon, «TARBoard: Tangible Augmented Reality System for Table top Game Enviroment,» *IEEE*, 2005.
- [22] D. TaHuynh, X. Yan y B. MacIntyre, «Art of defense: a collaborative handled augmented reality board game,» *School of Interactive Computing and GVU Center*, 2009.
- [23] M. Callejas Cuervo, J. G. Quiroga Salamanca y A. Alarcón Aldana, «Ambiente interactivo para visualizar sitios turísticos, mediante realidad,» *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, vol. II, pp. 99-105, 2011.
- [24] J. Leiva, A. Guevara, C. Rossi y A. Aguayo, «Realidad aumentada y sistemas de recomendación grupales, una nueva perspectiva en sistemas de destinos turísticos,» *Estudios y Perspectivas en Turismo*, pp. 40-59, 2014.
- [25] D. Ruiz, «Realidad aumentada y patrimonio cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural,» *Revista electrónica de patrimonio histórico*, 2011.
- [26] M. Callejas, J. Quiroga y A. Alarcón, «Ambiente interactivo para visualizar sitios turísticos mediante realidad aumentada implementando layar,» *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, 2011.