

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

## Didactic games based on augmented reality to support the teaching of biology

*Deiner José Restrepo Durán<sup>1</sup>*  
*Libardo Segundo Cuello Montañez<sup>2</sup>*  
*Leidys del Carmen Contreras Chinchilla<sup>3</sup>*  
*Universidad Popular del Cesar, Colombia*

### RESUMEN

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.

### ABSTRACT

This paper presents the design and development of a mobile application based on Augmented Reality (AR), as a teaching tool to support learning in the area of biology students from elementary school. The AR is a technology that combines elements of the real world with elements of virtual world in real time, this is done by using markers (image), which when focused with the camera of a mobile device display multimedia content (objects 3D, text, videos and other).

For the realization of this project began with the review of applications with AR in various environments, then a survey was conducted between teachers to the school selected for the development of this project in order to identify areas and most critical themes, which led to the design of an application to support the teaching of biology area. Finally, a prototype was developed and tested among students and teachers of selected school.

With the development of this project it was evident that the AR as a teaching tool improvement the learning of topics of biology, because students can learn in an interactive and fun way, so as to achieve their attention.

**Key words:** Augmented reality, Education, Learning, Mobile application, Multimedia.

1. Ingeniero de Sistemas. Grupo de Investigación GISICO, Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia. [drestrepoduran@hotmail.com](mailto:drestrepoduran@hotmail.com)

2. Ingeniero de Sistemas. Grupo de Investigación GISICO, Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia. [libardoii@hotmail.com](mailto:libardoii@hotmail.com)

3. Ingeniera de Sistemas. Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación. Profesor Asociado, Grupo de Investigación GISICO, Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia. [leidyscontreras@unicesar.edu.co](mailto:leidyscontreras@unicesar.edu.co)

## 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 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; aquellos ven la interacción con la tecnología dentro del aula de clase como algo divertido ya que les da un mayor acceso a la información, además de facilitar una integración físico-virtual mejorando las experiencias educativas, integrando y complementando 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. Una de estas tecnologías es la Realidad Aumentada (RA) que según Ronald T. Azuma, uno de sus pioneros, en su artículo "A Survey of Augmented Reality", sus tres características principales son [3]:

- ✓ 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 se pueden distinguir una de otra así: mientras la RA añade o superpone información al mundo físico, la RV reemplaza al mundo físico con un entorno meramente virtual [4], como se puede observar en la Figura 1:



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

Fuente: [1] [2]

### 1.1. Tipos de realidad aumentada

Existen tres tipos de RA: la que emplea el reconocimiento de marcadores o imágenes, y la que está basada en la posición espacial [5].

• **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 Figura 2). También pueden ser usadas como marcadores imágenes como fotografías o texturas (Figura 3).



Figura 2. Realidad aumentada marcador QR

Fuente: Tomada de [5]

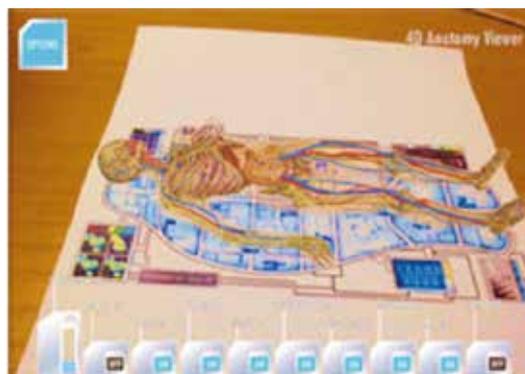


Figura 3. Marcador imagen

• **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 los 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 [6].



Figura 4. Aplicación layar

Fuente: Tomada de [6]

• **Visión Aumentada – VA:** Algunos autores hablan de este tipo de RA, donde se pasa del monitor o el *display* del dispositivo inteligente a ligeros, transparentes *displays* que se pueden usar como las gafas.

Una vez la RA se convierte en VA (visión aumentada), es inmersiva. La experiencia global inmediatamente se convierte en algo más relevante, contextual y personal [7].

## 1.2. Elementos de realidad aumentada

En la Figura 5 se muestran los elementos de hardware y software que hacen posible la RA [8].



**Figura 5. Elementos de RA**

Fuente: Tomada de [8]

- **Cámara:** Es el dispositivo encargado de la captura de la información del mundo real y de 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. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Para la realización de este proyecto se llevó a cabo una investigación proyectiva [9], 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 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), Secretarías (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 la usabilidad de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje en sus asignaturas y conocer sus temáticas más críticas.

### **2.4. Metodología utilizada**

Consta de tres 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 fases: Exploración, planificación, proceso de desarrollo, puesta en producción, y mantenimiento [10].

## **3. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

### **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 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**

| Área               | Usos o aplicaciones   |   |  |   |
|--------------------|---|---|--|---|
| <b>Educación</b>   | 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. |
| <b>Marketing</b>   | LA RA permite ofrecer información al cliente acerca de un producto en venta con solo enfocarlo 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 quedará 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 cómo 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.  |   |
| <b>Videojuegos</b> | La RA permite transformar el entorno o ambiente en una zona de entrenamiento interactivo.   |   |  |   |
| <b>Turismo</b>     | 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. |   |  |   |
| <b>Medicina</b>    | 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 [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28]

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 el teclado de un computador.

**Tabla 2. Aplicaciones de RA en educación**

| Asignatura         | Nivel educativo | Uso o aplicación  |
|--------------------|-----------------|---|
| Química Inorgánica | Superior        | Enseñanza de las moléculas mediante el uso de modelos tridimensionales con los que los alumnos pueden interactuar gracias al uso de fichas con marcadores impresos en ellas y a la RA.  |
| Astronomía         | Superior        | Software que permite al usuario ver información sobre las estrellas y constelaciones mientras las observa a través de un dispositivo móvil.   |
| Geografía          | Primaria        | Videojuego educativo que busca enseñar de forma entretenida e interactiva a alumnos de 8 y 9 años de edad que cursan tercer año de educación básica sobre las distintas partes del Sistema Solar, permitiéndoles interactuar con los distintos elementos de una forma natural y divertida mediante elementos tangibles. |

| Asignatura                       | Nivel educativo | Uso o aplicación   |
|----------------------------------|-----------------|--|
| Música                           | Superior        | Piano Virtual, usa la plantilla de un teclado sobre papel que puede tocarse como si fuera un piano real a través de la imagen capturada por una webcam que a través de unos altavoces, reproduce los sonidos según las “teclas” que se tocan en la plantilla.  |
|                                  | Primaria        | AR-Learning, hace uso de la RA para el apoyo a las clases de Música visualizando en tres dimensiones instrumentos, así como escuchando su sonido característico cuando interactúen con ellos. También se enseñan las notas básicas del pentagrama musical y las cualidades del sonido como son altura, timbre o intensidad.  |
| Biología                         | Primaria        | El proyecto InfanTIC-TAC ha desarrollado varias experiencias con RA, por ejemplo, una en la que se trabaja el cuerpo humano, utilizando la colección de marcadores asociados a las imágenes en 3D.   |
| Lingüística                      | Superior        | LuARca, un proyecto que permite trabajar las competencias lingüísticas y dinamizar el trabajo colaborativo con la tecnología.  |
|                                  |                 | Proyecto Mentira, un juego basado en RA desarrollado en la Universidad de Wisconsin-Madison, para su uso en iPod Touch y iPhones con el objetivo de desarrollar las destrezas lingüísticas del español. El juego parte de un misterioso asesinato que habrá que resolver mediante conversaciones entre el jugador y los personajes ficticios en relación con el asesinato. |
| Geometría                        | Primaria        | Experiencia de trabajo colaborativo con alumnado de 5º de primaria de un colegio de Argentina, en el que se vinculan figuras geométricas depositadas en un blog del curso. Los alumnos representaron y geolocalizaron varios monumentos realizados con cuerpos geométricos, utilizando recursos tecnológicos como modelado 3D, Google Maps y otros.                        |
| Ciencias Naturales y Ambientales | Primaria        | ARBook es un libro que utiliza la tecnología RA y sirve como complemento para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las áreas de Matemática, Ciencias Naturales y Sociales.   |
|                                  |                 | Proyecto Realitat, que consiste en la creación de los contenidos educativos curriculares en formato 3D, con apoyo de los profesionales docentes para su uso final en las aulas.  |
|                                  |                 | EstARteco, un juego gratuito con RA que transcurre en cuatro fases de dificultad creciente, en las que el alumno-jugador tiene que equilibrar la salud ecológica y los factores ambientales que conforman el entorno teniendo en cuenta además el impacto social y económico que provocan sus acciones.  |
| Matemáticas                      | Primaria        | Math4Life, una aplicación educativa basada en RA y las inteligencias múltiples como apoyo en la educación, enfocado en las matemáticas para alumnos de tercer grado de educación primaria para el aprendizaje de las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación, división).  |

Fuente: Elaboración propia a partir de [29, 30, 31, 32, 33, 34]

La Tabla 2 muestra algunas aplicaciones de la RA en el ámbito educativo, estas han sido utilizadas para la enseñanza de contenidos en los 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 logra que esto sea realizado sin perder la comunicación y la colaboración que pueden ser necesarias en distintos escenarios educacionales [11].

Una de las experiencias más recurrentes ha sido aquella basada 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 [27, 33].

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

Según entrevista realizada al rector de la Institución, esta fue beneficiada 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 son las matemáticas, seguida por lengua castellana y ciencias naturales (30 %, 23 %, 27 % respectivamente), el 20 % restante fue distribuido en otras áreas (ver Figuras 6, 7 y 8).

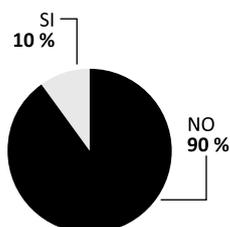
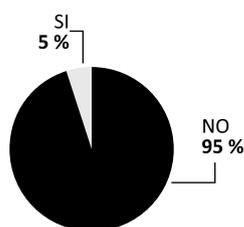


Figura 6. Utilización de las TIC



Fuente: Elaboración de los autores

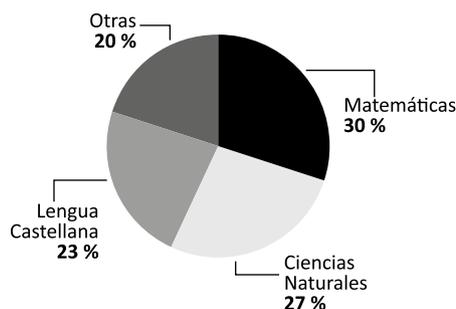


Figura 8. Áreas críticas

### 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, debido a que ofrece un mejor comportamiento en la fase de reconocimiento. Se ha comprobado que esta herramienta es mucho más eficaz frente a oclusiones del marcador. Además, a diferencia de Metaio, realiza un mejor rastreo del objeto cuando este se mueve rápidamente. Vuforia ofrece *tracking* de objetos 3D, de momento solo está preparado para reconocer paralelepípedos utilizando cada cara como *target*. Se han hecho pruebas y uno de los aspectos a destacar es que respeta perfectamente la geometría y tamaño de la figura sea cual sea la perspectiva, no produciéndose oclusiones entre este y el objeto aumentado. Este SDK tiene una comunidad de más de 200.000 desarrolladores registrados en todo el mundo en su plataforma\* que facilita su

\* [www.vuforia.com](http://www.vuforia.com)

soporte y evolución; cuenta con compatibilidad para plataformas móviles como iOS y Android, además de su fácil manejo dentro del editor de Unity3D, se pueden utilizar como marcadores, no solo códigos QR, sino también imágenes, 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) (ver Tabla 3) [35].

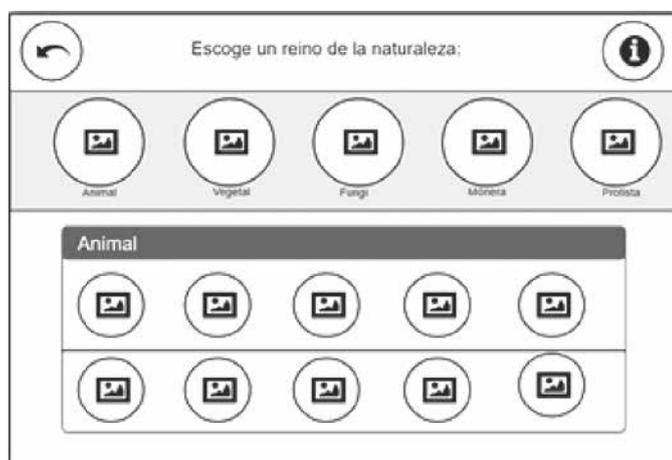
Para el desarrollo del software fue utilizada la metodología Ágil XP (*Extreme Programming*), la cual consta de cinco fases: Exploración, planificación, proceso de desarrollo, puesta en producción, y mantenimiento [10].

**Tabla 3. Comparación de herramientas de desarrollo libres para aplicaciones RA**

|                              | ANDAR             | NYARTOOLKIT-ANDROID                         | VUFORIA         | METAIO SDK MOBILE            |
|------------------------------|-------------------|---|-----------------|------------------------------|
| Licencia                     | Libre             | Libre                                       | Libre           | Libre con restricciones      |
| Marcadores                   | ✓                 | ✓   | ✓               | ✓                            |
| Marcas naturales             | ✗                 | ✗   | ✓               | ✓                            |
| Tracking 3D                  | ✗                 | ✗   | ✓               | ✗                            |
| Formatos 3D                  | OpenGL, .obj      | .mqo, .md2(animación), .obj                 | OpenGL          | OpenGL .md2(animación), .obj |
| Multiplataforma              | No (solo Android) | SI: Android, Java, C#, C++, AS3, Processing | Android / iOS   | Android / iOS                |
| Documentación                | Limitado          | Sólo en Japonés                             | Completa        | Completa                     |
| Soporte a desarrolladores    | ✗                 | ✗   | SI mediante API | SI mediante API              |
| En desarrollo                | ✓                 | ✓   | ✓               | ✓                            |
| Comunidad de desarrolladores | ✓                 | ✓   | ✓               | ✓                            |

Fuente: Tomada de [35]

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 sus docentes. Para comenzar el desarrollo, se les solicitó a estos que seleccionaran las temáticas que consideraban más difíciles de comprender entre los estudiantes y así mismo 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 Figura 9, 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.



**Figura 9. Diseño de la interfaz**

Fuente: Elaboración de los autores

La herramienta desarrollada consta de las siguientes opciones:

- Animal
- Vegetal
- Hongo
- Protista
- Mónera
- Evaluación

**A) Menú principal:** La aplicación desarrollada muestra una escena principal, la cual tiene seis ítems, cinco correspondientes a los reinos de la naturaleza y uno a una evaluación (ver Figura 10).

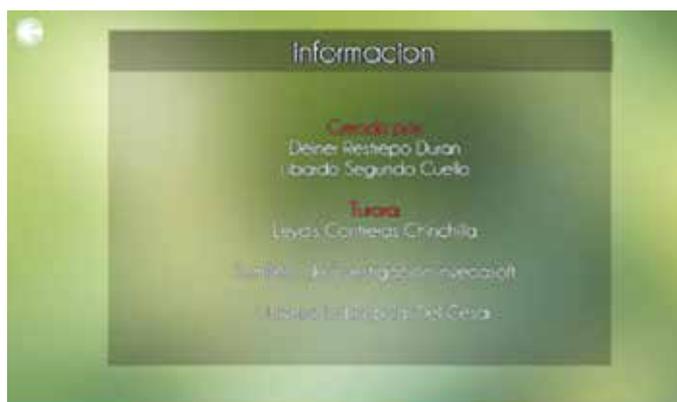


**Figura 10. Menú principal de la aplicación**

Fuente: Elaboración de los autores

Esta pantalla cuenta con dos botones en las esquinas superiores que permiten al usuario salir (2) de la aplicación y obtener información acerca de los desarrolladores (1).

Al tocar el botón de información (1) se mostrará un panel con la información de los diseñadores y desarrolladores de la aplicación (ver Figura 11).



**Figura 11. Panel de información**

Fuente: Elaboración de los autores

**B) Menú secundario:** Al tocar cualquiera de las opciones del menú principal se desplegará un menú secundario con la correspondiente división del reino. En la Figura 12 se puede observar el submenú mostrado al tocar la opción Animal.



**Figura 12. Submenú desplegado al tocar la opción Animal**

Fuente: Elaboración de los autores

Desplegado el submenú se puede ver que se muestran las dos subdivisiones principales del reino animal:

- Vertebrados
- Invertebrados

Además de mostrar las correspondientes subdivisiones de los vertebrados:

- Mamíferos
- Anfibios

- Reptiles
- Peces
- Aves

Y las subdivisiones de los invertebrados:

- Artrópodos
- Moluscos
- Celenterados
- Anélidos
- Equinodermos

**C) Realidad aumentada:** Al tocar cualquiera de las opciones anteriores se puede acceder a las escenas de RA. Cada escena contiene modelos 3D de los seres vivos más representativos de cada subdivisión (ver Figura 13).



**Figura 13. Modelo 3D de un araña de la escena Artrópodos**

Fuente: Elaboración de los autores

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 (Figura 14).
- **Morfología (3):** Muestra la morfología del ser vivo (Figura 15).
- **Información (4):** Muestra un panel con información básica acerca del correspondiente modelo que se encuentre visualizando (Figura 16).
- **Adelante y Atrás (5,6):** Cambia entre los diferentes modelos con los que cuente la escena.
- **Joystick (7):** Solo disponible en el reino animal, permite interactuar con el modelo moviéndolo en cualquier dirección.
- **Botones de acciones (8):** Cuenta con las acciones del ser vivo.



**Figura 14. Captura de pantalla de la escena Artrópodos**  
Fuente: Elaboración de los autores

- **Facebook (1):** Permite compartir la captura de pantalla en Facebook.
- **Opciones de guardar (2):** Permite guardar la foto en la memoria del dispositivo si lo desea el usuario.
- **Cerrar (1):** Cierra el panel de información del ser vivo.

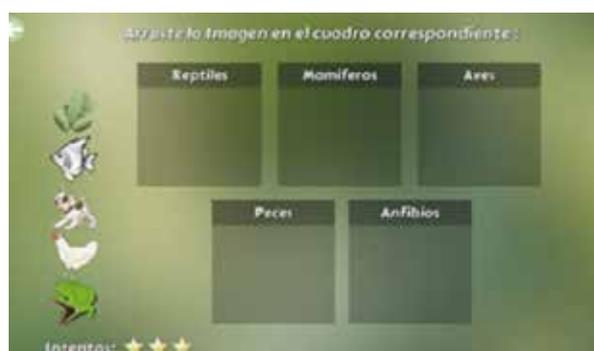


**Figura 15. Morfología del ser vivo**  
Fuente: Elaboración de los autores



**Figura 16. Información del ser vivo**  
Fuente: Elaboración de los autores

**D) Evaluación:** En esta opción se muestra un minijuego que consiste en arrastrar la figura a su casilla correspondiente (ver Figura 17). Si coloca la imagen en la casilla correcta se mostrará un visto bueno (ver Figura 18). Si la opción es incorrecta se mostrará una equis (ver Figura 19).



**Figura 17. Evaluación**

Fuente: Elaboración de los autores



**Figura 18. Respuesta Correcta**

Fuente: Elaboración de los autores



**Figura 19. Respuesta Incorrecta**

Fuente: Elaboración de los autores

#### 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, permitiéndoles 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 a 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, impulsa a los jóvenes 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 evidenciaron su potencial para captar la atención de los niños, ya que podían interactuar sin ningún temor con cada una de sus opciones 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 tipo de proyectos implica para los autores, no solo habilidades de desarrollo de software, sino también de modelado, animación 3D y diseño de interfaces de usuario y marcadores. En este proyecto no se contó con un experto en estas áreas, lo que obligó a la utilización de modelos 3D de licencia libre. Por esta razón, se debe considerar para el desarrollo de futuras versiones, la contratación de una persona con el rol de modelador o animador 3D, o en su defecto la compra de los modelos 3D necesarios.

Otro inconveniente que puede presentarse en un proyecto de RA es que el dispositivo usado no posea el hardware necesario para procesar la captura del marcador; por otro lado, la iluminación del entorno puede interferir en que el enfoque del marcador se haga con gran claridad y precisión.

Actualmente, la aplicación se encuentra como prototipo funcional, debido a que la institución educativa no ha proporcionado los recursos económicos para comprar los modelos 3D necesarios para continuar las siguientes fases del desarrollo, como la implementación de una nueva funcionalidad para que los niños puedan pintar el marcador con los colores que ellos deseen, y que al ser enfocados con la cámara del dispositivo inteligente se proyecte el modelo 3D con los colores que están en el marcador.

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. Se proyecta continuar con el desarrollo de aplicaciones en las otras áreas críticas diagnosticadas en el trabajo de campo y evidenciadas en la Figura 8, ya que la institución educativa está muy interesada en la implementación de estas tecnologías, puesto que, como se pudo comprobar en la entrevista realizada al rector, esta cuenta con 650 tabletas digitales donadas por el Gobierno Nacional.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Fonoll Salvador et al., "Accesibilidad e inclusión. Inaccesibilidad y exclusión", En *Accesibilidad, TIC y educación*. Madrid: Ministerio de Educación, 2011, pp. 18-28.
- [2] Fundación Telefónica, "Motivaciones y frenos al uso de la TIC", En *Aprender con tecnología*. Madrid: Ariel, 2012, pp. 20-21.
- [3] R. Azuma, "A Survey of Augmented Reality", *Presence*, vol. 6, no. 4, pp. 355-385, Aug. 1997.
- [4] A. B. Craig, Waltham: Elsevier, 2013, pp. 15-20.
- [5] M. Olleta Aquerreta y R. A. González, "Virtualización de Villava mediante Google Earth y realidad aumentada: modelado 3D, geolocalización y códigos QR", *Académica-e*, pp. 12-14, 2013.
- [6] Ministerio de Cultura de España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. [En línea]. [http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/bibliotecas/novedades/destacados/novedades201102/tutorial\\_layar.pdf](http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/bibliotecas/novedades/destacados/novedades201102/tutorial_layar.pdf)
- [7] Fundación Telefónica, *Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Barcelona: Editorial Planeta, 2011.
- [8] V. M. Romera, "Análisis de plataformas de realidad aumentada y desarrollo de la capa virtual de la UPNA", *Académica-e*, pp. 11-12, 2013.
- [9] J. Hurtado de Barrera, *Comprensión holística de la investigación y la metodología*, Séptima ed. Maracaibo, Venezuela: Quirón, 2014.
- [10] E. Kenneth y J. Kendall, *Análisis y diseño de sistemas*, Sexta ed. México, México: Pearson Education, 2005.
- [11] X. Basogain, K. Olabe, C. Espinosa, y J. C. Olabe, "Realidad aumentada en la educación: una tecnología emergente", *Electrical and Computer Engineering*, 2010.
- [12] E. Rivera, L. Quispe y Y. Montalvo, "Realidad aumentada e inteligencias múltiples en el aprendizaje de matemáticas", *Intercon*, 2011.
- [13] J. Carracedo y C. Martínez, "Realidad aumentada: una alternativa metodológica en la educación primaria nicaragüense", *IEEE*, 2012.
- [14] 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.
- [15] P. González, A. Roncagliolo, A. Orellana y P. Massaro, "Sistema de realidad aumentada para planificación microquirúrgica basado en dispositivos móviles de uso masivo", *Jornadas Chilenas de Ingeniería Biomédica*, 2007.

- [16] C. Ortiz, "Realidad aumentada en medicina", *Revista Colombiana de Cardiología*, vol. 18, no. 1, 2011.
- [17] F. Cañadillas, J. Jardón y C. Balaguer, "Diseño preliminar de interfaces de realidad aumentada para el robot asistencial ASIBOT", 2013.
- [18] J. Martí Parreño, "Publicidad expandida mediante realidad aumentada", *Dialnet*, pp. 31-32, 2011.
- [19] Juniper Research (2011, june) Juniper Research. [Online]. <http://www.juniperresearch.com/view-pressrelease.php?pr=427>
- [20] E. Madinabeitia, "La publicidad en medios interactivos, en busca de nuevas estrategias", *Telos: Cuadernos de comunicación e innovación*, 2010.
- [21] R. Ron, A. Álvarez y P. Núñez, *Los efectos del marketing digital en niños y jóvenes: Smartphones y tablets ¿enseñan o distraen?* Madrid: ESIC, 2013.
- [22] A. Correa, "GenVirtual: An Augmented Reality Musical Game for Cognitive and Motor Rehabilitation", *Virtual Rehabilitation*, 2007.
- [23] L. Wonwoo, W. Woontack and L. Jongweon, "TARBoard: Tangible Augmented Reality System for Table top Game Environment", *IEEE*, 2005.
- [24] D. TaHuynh, X. Yan and B. MacIntyre, "Art of defense: a collaborative handled augmented reality board game", *School of Interactive Computing and Gvu Center*, 2009.
- [25] 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.
- [26] 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*, vol. 23, pp. 40-59, 2014.
- [27] D. Ruiz, "Realidad aumentada y patrimonio cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural", *Revista Electrónica de Patrimonio Histórico*, 2011.
- [28] M. Callejas, J. Quiroga y A. Alarcón, "Ambiente interactivo para visualizar sitios turísticos mediante realidad aumentada implementando layar", *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2011.
- [29] J. Hernández Ortega, M. Pennesi Fruscio, D. Sobrino López y A. Vázquez Gutiérrez, "Tendencias emergentes en educación con TIC", *Asociación Espiral Educación y Tecnología*, vol. 1, p. 286, 2012.
- [30] J. P. Rodríguez, "Realidad aumentada para el aprendizaje de ciencias en niños de educación general básica", Tesis de grado para optar el título de ingeniero civil en computación, Universidad de Chile, 2011.
- [31] D. Ruiz, "Realidad aumentada, educación y museos", *Revista Icono 14*, vol. 2, pp. 212-226, 2011.
- [32] E. Rivera, L. Quispe y C. Montalvo, "Realidad aumentada e inteligencias múltiples en el aprendizaje de matemáticas", Universidad San Martín de Porres, Concurso de proyectos Intercom 2011, 2011.
- [33] R. Gallego, N. Saura y P. Núñez, "AR-Learning: libro interactivo basado en realidad aumentada con aplicación a la enseñanza", *Monográfico*, vol. 8, pp. 74-89, 2012.

- [34] C. Prendes, "Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas", *Revista de Medios y Educación*, vol. 46, pp. 187-203, Feb. 2015.
- [35] A. Serrano, "Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android. Análisis comparativo entre ellas", Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2012.