

Diseño de una aplicación con realidad aumentada en la creación de contenidos educativos

Design of an application with augmented reality in the creation of educational content

MSc. Gumel Goliath Guzman Guzman ¹, MSc. Julián Santiago Santoyo Díaz ¹

¹ Universidad Autónoma de Bucaramanga, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Sistemas, Grupo de Investigación PRISMA, Bucaramanga, Santander, Colombia.

Correspondencia: jsdiaz@unab.edu.co

Recibido: 21 enero 2024. Aceptado: 11 junio 2024. Publicado: 31 julio 2024.

Cómo citar: G. G. Guzman Guzman y J. S. Santoyo Díaz, «Diseño de una aplicación con realidad aumentada en la creación de contenidos educativos», RCTA, vol. 2, n.º 44, pp. 142–152, jul. 2024.

Recuperado de <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcta/article/view/3032>

Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.



Resumen: El presente estudio describe el desarrollo de una aplicación interactiva basado en Realidad Aumentada con contenido educativo para ser usado como un recurso didáctico en los diferentes momentos de una clase de geometría en básica secundaria de una institución educativa oficial. Inicialmente se escoge el tema de la clase para el contenido del prototipo, se determinan las características para el diseño de la aplicación y la definición de sus requerimientos funcionales y no funcionales y se seleccionan las herramientas de desarrollo de contenidos de Realidad Aumentada. Luego se desarrolla el prototipo el cual comprende tres escenarios: el primero, permite proyectar los sólidos geométricos en Realidad Aumentada usando marcadores de imagen. El segundo escenario permite calcular el volumen de los cuerpos geométricos dados sus datos de entrada de acuerdo a la respectiva fórmula de volumen y el tercer escenario tiene que ver con un juego de preguntas referentes al tema de volumen el cual arroja un puntaje final según las respuestas acertadas. Una vez implementado el prototipo en las diferentes sesiones de la clase, se realiza una evaluación por parte de los estudiantes en cuanto a su usabilidad y funcionalidad.

Palabras clave: Realidad aumentada, educación, usabilidad, prototipo, SUM.

Abstract: The present study describes the development of an interactive application based on Augmented Reality with educational content to be used as a didactic resource at different times of a geometry class in elementary school. Initially, the subject of the class is chosen for the prototype content, the characteristics for the application design and the definition of its functional and non-functional requirements are determined, and the Augmented Reality content development tools are selected. Then the prototype is developed, which includes three scenarios: the first, allows the projection of geometric solids in Augmented Reality using image markers. The second scenario allows to calculate the volume of the geometric solids given their input data according to the respective volume formula and the third scenario is about a set of questions related to the subject that yields a final score according to the correct answers. Once the prototype has been implemented in the different class sessions, an evaluation is carried out by the students regarding its usability and functionality.

Keywords: Augmented reality, education, usability, prototype, SUM.

1. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de todo proceso educativo es poder garantizar que se produzca un aprendizaje y para ello este debe provocar cambios en la forma de adquirir la información y el conocimiento [1][15].

Es muy notorio ver que la implementación de TIC en la educación y su creciente influencia contribuye al mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje pues se convierten en un recurso valioso a la hora de explicar y demostrar los diferentes contenidos curriculares en las áreas del saber por parte de los docentes, puesto que definitivamente la forma de enseñar y aprender en la actualidad no es la misma que en décadas anteriores [2].

Una de las posibles causas de la falta de motivación hacia el estudio por parte de los estudiantes es la desconexión entre la ciencia que se enseña y el mundo que les rodea y la falta de aplicaciones prácticas, es decir, la ausencia de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad [3][16].

Los dispositivos móviles, los computadores, el internet han revolucionado el sector educativo mundial y lo han llevado a un nivel más alto y en este sentido la Realidad Aumentada se ha convertido en una tecnología emergente que en los diferentes ámbitos se ha utilizado exitosamente para lograr los objetivos organizacionales y, específicamente en el área educativa, ha introducido nuevas formas de dispersión del conocimiento contribuyendo a la metamorfosis de la educación tradicional hacia contenidos que estimulan los sentidos del estudiante haciendo que la complejidad de los conceptos disminuya [4] [17].

La realización de este proyecto busca entregar una herramienta con contenido educativo que incorpora Realidad Aumentada y que sea usada como un recurso adicional con el objetivo de aportar al docente un elemento más en la baraja de recursos de los que puede disponer en el aula. Dicho contenido educativo complementa elementos didácticos además del tablero, del marcador, del libro, de los ejercicios y de otras actividades que se hayan planeado para el desarrollo de la clase [5].

2. LA REALIDAD AUMENTADA Y LA EDUCACIÓN

La Realidad Aumentada es aquella información adicional que se obtiene de la observación de un entorno, captada a través de la cámara de un

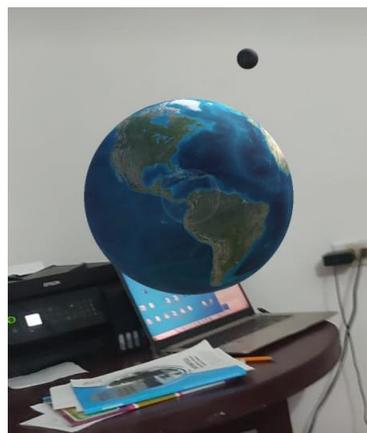
dispositivo que previamente tiene instalado un software [4] [18]

La Realidad Aumentada no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesta al real, de ese modo, 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. La progresiva implementación de las nuevas tecnologías en las aulas, sumada al incremento sin precedentes de los dispositivos móviles en el conjunto de la población, sitúa a la Realidad Aumentada en una posición destacada [5].

La Realidad Aumentada puede mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje y ha mostrado beneficios intrínsecos adicionales, como mejorar la motivación de los estudiantes, por lo tanto, la creación de contenidos didácticos usando Realidad Aumentada se convierte en un recurso importante al incluirlo en un plan de clase para el desarrollo del proceso de aprendizaje y construcción de nuevos conocimientos.

La realidad educativa y tecnológica en las aulas de los diferentes niveles académicos en nuestro sistema educativo en la actualidad, viene de la mano de la incorporación de nuevas herramientas que acerquen a los alumnos y alumnas, de forma sencilla, lúdica y formativa, a los contenidos curriculares y que una de las tecnologías que toman mayor impulso e importancia en la actualidad es la Realidad Aumentada, la cual se ha ido abriendo camino, especialmente en la educación superior [6].

La fig. 1 presenta un ejemplo de la Realidad Aumentada.



*Fig. 1. Realidad Aumentada
Fuente: elaboración propia.*

3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO SUM

Dentro de las metodologías de desarrollo de sistemas se encuentra la metodología SUM. SUM pretende obtener resultados predecibles, administrar eficientemente los recursos y riesgos del proyecto y lograr una alta productividad del equipo de desarrollo. SUM adapta la estructura y roles de Scrum. Sus fases son: concepto, planificación, elaboración, beta y cierre y a lo largo de todo el proceso, una fase llamada gestión de riesgos [7].

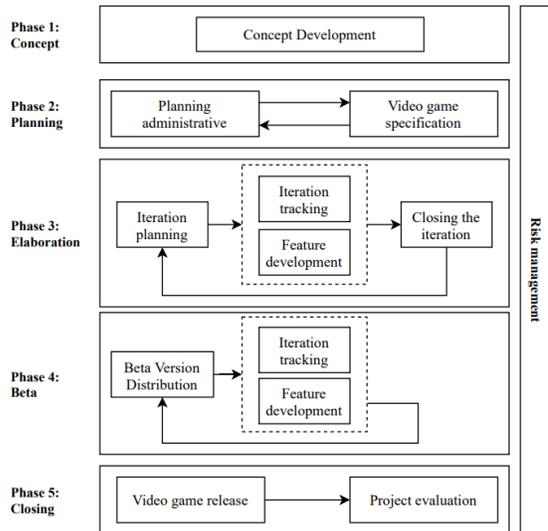


Fig. 2. Modelo de desarrollo SUM

3.1. Materiales y métodos

El enfoque es cuantitativo pues representa un conjunto de procesos que son secuenciales y probatorios. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede eludir ningún paso, es riguroso mantener el orden redefinidas en etapas.

La investigación es cuasi experimental que son esquemas de investigación no aleatorios y permiten seleccionar grupos accesibles y ya constituidos, además, en muchas ocasiones es difícil encontrar grupos que cumplan todos los requisitos para participar en un experimento. En consecuencia, para realizar una investigación cuasi experimental correctamente, es necesario que los investigadores seleccionen el tipo de diseño que le dará sentido al proceso. En el caso del proceso de esta investigación se establece un diseño transversal que tiene el objetivo de estudiar y comparar las variables en un momento específico en periodo de tiempo determinado (un solo momento).

3.2. Población y muestra

La población de estudio son los estudiantes de grado octavo (único grado) de básica secundaria de la Institución Educativa rural oficial San Juan Bautista de Chinú Colombia, los cuales ascienden a 37 estudiantes (15 niñas y 22 niños) entre 12 a 15 años de edad. Esta población es en su mayoría de estrato socioeconómico 1. Las actividades económicas principales de esta zona son la agricultura y el trabajo de jornal. La mayoría de los estudiantes son hijos de agricultores y cuidadores de finca. El acceso a las TIC en esta región es deficiente por la geografía del lugar y la situación económica de los habitantes.

El método de muestreo utilizado en la investigación es no probabilístico puesto que representa toda la población del estudio que se tendrá en cuenta.

3.3. Instrumento

Para el desarrollo de la presente investigación se escogió la encuesta social como procedimiento. Con respecto a la encuesta, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

3.3.1. Elaboración y validación de la encuesta

La encuesta se elabora por medio del instrumento cuestionario. El cuestionario se compone de 15 preguntas cerradas dicotómicas. Este instrumento de medición se aplicará después de la intervención, antes de que eso ocurra, se le aplica una validación numérica para obtener un valor de Alfa de Cronbach de confiabilidad para determinar la pertinencia de este; y la validez de contenido mediante juicios de expertos, para determinar si la redacción de las preguntas es acorde a la población de estudio.

3.3.2. Aplicación

Las encuestas se aplicarán a la población del estudio en el establecimiento educativo a través de un cuestionario físico impreso.

3.3.3. Tabulación de los resultados

Mediante un formato de hoja de cálculo se tabulan las respuestas y se generan los gráficos asociados.

3.3.4. Análisis de los resultados

A partir de la tabulación de las respuestas y de gráficos generados, se plantean las conclusiones y recomendaciones.

3.4. Secuencia de pasos para aplicar el método

Este proyecto está dividido en tres grandes etapas en las cuales se establecen diferentes actividades para alcanzar los objetivos propuestos. Dentro de estas tres etapas se encuentran adaptadas las fases de la metodología ágil de desarrollo de sistemas SUM. Estas etapas son:

3.4.1. Etapa 1. Estudio y características para el prototipo

En esta etapa se hace el levantamiento de información para seleccionar las herramientas de desarrollo que se tendrán en cuenta en la fase de desarrollo del prototipo. Se realiza la revisión de los planes de clase de la Institución Educativa para entonces seleccionar el área y, específicamente, el tema en el cual se va enfocar la creación del contenido educativo. Se definen los requerimientos funcionales y no funcionales que tendrá el prototipo y la descripción de los casos de uso.

3.4.2. Etapa 2. Desarrollo del prototipo

En esta etapa se desarrolla el prototipo teniendo en cuenta las siguientes actividades.

- Creación del proyecto, especificación de las configuraciones e importación de librerías.
- Elaboración los marcadores de imagen.
- Elaboración de los modelos en 3D.
- Creación el proyecto y ajustar las configuraciones.
- Desarrollo de los diferentes escenarios del prototipo
- Realización de las pruebas unitarias.

3.4.3. Etapa 3. Análisis de la evaluación del prototipo

Una vez desarrollado el prototipo se procede con su instalación en los dispositivos. Se desarrolla la clase en las sesiones que corresponden con el tema por parte del docente, utilizando como recurso los dispositivos con la aplicación instalada. Finalmente se aplica un cuestionario a los estudiantes para evaluar su experiencia con la herramienta en la clase en cuanto a su usabilidad y funcionalidad.

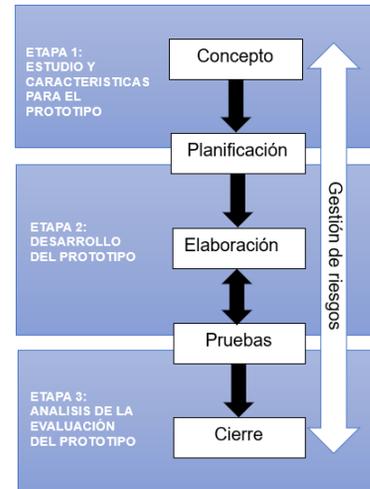


Fig. 3. Metodología propuesta con SUM adaptado

Las actividades en cada fase se han adaptado y modificado debido a las restricciones de personal, tiempo y alcance en este proyecto.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan distribuidos atendiendo las fases de la metodología SUM.

4.1. Fase de concepto

La fase de concepto define el tipo de aplicación que se realizará, determinando a grandes rasgos las características que este tendrá como nombre, objetivo y contexto, gameplay, ambientación, la definición de los requisitos funcionales y no funcionales, su arquitectura funcional(escenarios) y la elección de las herramientas de desarrollo.

4.1.1. Objetivo y contexto

El prototipo tiene por nombre GEVOCUAR, el cual es una integración o acrónimo de las palabras geometría, volumen y cuerpo en Realidad Aumentada. GEVOCUAR es una aplicación que integra Realidad Aumentada en contenidos educativos para usarlo como recurso en una clase de geometría de educación básica secundaria. El contexto del proyecto se enfoca en una institución educativa rural y el público objetivo al que va dirigido son estudiantes de secundaria de grado octavo.

4.1.2. Escenarios (gameplay, ambientación)

El prototipo consta de tres escenarios: escenario de realidad aumentada, calculadora de volumen y

juego de preguntas. En el primer escenario es donde se despliegan los sólidos geométricos a partir de un marcador imagen y que permite a los estudiantes verlos en 3D por medio de la Realidad Aumentada. El segundo escenario es donde se le ingresan los datos de las variables referentes a la fórmula de volumen de cada cuerpo geométrico como el valor de la base, altura, radio entre otros y que luego calcula y muestra el resultado. El tercer escenario es donde se presentan una serie de preguntas con cuatro opciones de respuesta que el estudiante debe contestar y confirmar. Al final del juego se muestra un puntaje dependiendo el número de aciertos.

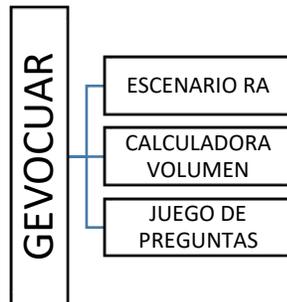


Fig. 4. Arquitectura funcional del prototipo

4.1.3. Elección de herramientas y arquitectura

El prototipo se desarrolla con el motor Unity 2020.3. Se elige Unity por su amplio uso en el campo de los videojuegos, aplicaciones con RA y facilidad de uso. “Unity ofrece herramientas poderosas para crear experiencias de realidad aumentada enriquecidas y sumamente atractivas que interactúan de forma inteligente con el mundo real” [8]. Para este proyecto se usa el plan Unity Personal, el cual es para usuarios individuales, aficionados y empresas pequeñas cuyos ingresos o fondos recaudados en los 12 meses previos sean inferiores a USD 100 mil. El lenguaje utilizado en Unity es C# el cual es un lenguaje de programación moderno, basado en objetos y con seguridad de tipos y que permite a los desarrolladores crear muchos tipos de aplicaciones seguras y sólidas que se ejecutan en .NET [9].

Para incorporar la Realidad Aumentada en Unity se utiliza Vuforia 10.13, el cual se selecciona por su facilidad de incorporación con Unity y su popularidad. “Vuforia Engine es la plataforma más utilizada para el desarrollo de realidad aumentada, compatible con la mayoría de teléfonos, tabletas y gafas. Los desarrolladores pueden agregar fácilmente funciones avanzadas de visión por computadora a las aplicaciones de Android, iOS y UWP para crear experiencias de realidad aumentada

que interactúen de manera realista con los objetos y el entorno” [10] [14].

La fig. 5 presenta la arquitectura tecnológica de la aplicación.

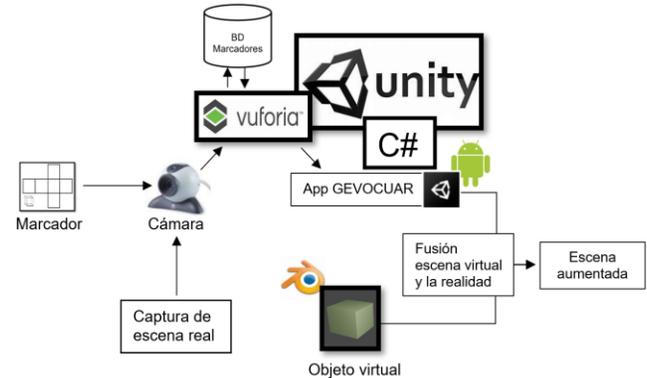


Fig. 5. Arquitectura tecnológica del prototipo

4.1.4. Requisitos funcionales y no funcionales

Teniendo en cuenta los escenarios que tendrá la herramienta, se definieron los requisitos funcionales y no funcionales.

Entre los funcionales están:

- Calcular volumen: Dados los datos de entrada como radio, base, altura entre otros, se debe arrojar un resultado de acuerdo a la fórmula.
- Cambiar cuerpo geométrico: En la calculadora de volumen por medio de dos botones atrás y adelante se debe cambiar el cuerpo al que se desea calcular el volumen.
- Proyectar imagen 3D: El cuerpo geométrico se debe proyectar en RA una vez identificado el marcador imagen.
- Desplegar preguntas: Al presionar el botón juego de preguntas, se debe presentar la primera pregunta.
- Desplegar mensaje de confirmación: Cuando se elija una respuesta, la aplicación debe mostrar un mensaje para confirmar la respuesta o bien cancelarla.
- Confirmar o cancelar respuesta: Si se confirma la respuesta, el programa verifica si la respuesta es correcta o incorrecta aumentando o no el puntaje. Si se cancela la respuesta el programa regresa a la pregunta con las opciones intactas.
- Mostrar siguiente pregunta: Muestra otra pregunta. Solo se habilita luego de que la pregunta anterior haya sido respondida y verificada.

- Cerrar el juego: Cierra el juego de preguntas.
- Cerrar aplicación: Cierra la aplicación.

Los requisitos no funcionales comprenden:

- Cada cuerpo geométrico en 3D debe tener un color diferente.
- La tipografía de la aplicación debe ser acorde al tipo de usuarios al que va dirigido en cuanto a colores y tamaño.
- El sistema debe tener botones accesibles que expresen claramente las opciones disponibles.
- La aplicación debe adaptarse a las características del dispositivo, siendo responsivo al cambiar la orientación y tamaño.
- El sistema emitirá un audio característico cuando se presente una nueva pregunta, también cuando la respuesta es correcta y otro cuando sea incorrecta.
- El prototipo debe leer perfectamente los marcadores a una distancia prudente.
- La cámara escaneará automáticamente el marcador imagen sin necesidad de ningún tipo de botón.
- El resultado del volumen del sólido se arroja cuando se ingresan los datos de entrada sin presionar ningún botón.
- La aplicación funciona bajo el sistema operativo Android 8.0 en adelante.
- El dispositivo debe contar con cámara incorporada de mínimo 5 megapíxeles.
- No es necesario tener conectividad a internet para utilizar la aplicación.
- El escenario de RA debe reconocer diez marcadores y desplegar diez cuerpos diferentes para cada uno.
- El escenario de la calculadora permitirá hacer el cálculo de volumen de los diez cuerpos geométricos principales con máximo tres dígitos para sus datos de entrada.
- El juego de preguntas no evalúa la respuesta de las preguntas sin haber sido confirmadas.
- El mensaje de confirmación de respuesta en el juego de preguntas debe deshabilitar las opciones de respuesta hasta que sea elegida una opción.

4.2. Fase de planificación

En la fase de planificación se plantea un cronograma flexible para la presentación, la definición del equipo de trabajo o roles, la instalación de las

herramientas de desarrollo y la definición de los casos de uso.

4.2.1. Interesados

Entre los interesados del proyecto están los Estudiantes quienes utilizan la aplicación según las instrucciones del docente y evalúan la aplicación respondiendo el instrumento del cuestionario; el docente, quien lleva a cabo la clase y entrega los dispositivos con la aplicación, dando las instrucciones de uso respectivas; el rector, quien da su visto bueno para realización de la investigación en la institución; los padres de familia, quienes dan el visto bueno para que sus hijos o acudidos participen en la investigación y el investigador quien instala la aplicación en los dispositivos, los entrega junto con los marcadores imagen al docente y aplica la encuesta a los estudiantes

4.2.2. Equipo de trabajo

Según los roles de la metodología SUM, el equipo de trabajo está compuesto por: Equipo de desarrollo (programador, artista gráfico, artista sonoro y diseñador del juego), productor interno, cliente y verificador beta (pruebas).

4.2.3. Descripción de los casos de uso

Los casos de uso corresponden a los requerimientos funcionales identificados en la etapa de concepto. Los casos de uso describen los actores, el objetivo, el flujo básico y el flujo alternativo.

Tabla 1: Descripción de caso de uso Proyectar Sólidos

Caso de uso No. 01	Proyectar los sólidos 3D
Actores	Estudiante
Objetivo	Identificar el marcador imagen y mostrar el sólido en 3D
Flujo básico	1. El estudiante ejecuta la aplicación 2. El sistema activa la cámara 3. El estudiante enfoca el marcador imagen 4. El sistema lee la imagen y despliega el sólido en 3D en la pantalla
Flujo alternativo	1. El sistema no logra identificar el marcador 2. El sistema intenta leer el marcador nuevamente

4.3. Fase de Gestión de riesgos

Esta fase se toma en cuenta durante todo el proceso de desarrollo (todas las fases). Se realiza un registro de los principales riesgos que podrían surgir, definiendo un estimado de su probabilidad e impacto y como podrían mitigarse.

Se realizó un registro de riesgos que se tuvieron en cuenta a lo largo del proyecto en donde se describía el riesgo y se le asignó una puntuación de 1 a 9 en cuanto a su probabilidad e impacto, siendo 1 menos probable y dañino y el 9 más probable y dañino. También se determinó la forma de mitigar o evitar cada riesgo.

La tabla 2 presenta la descripción de los principales riesgos tenidos en cuenta. La letra P es Probabilidad, I es Impacto, G, Gravedad.

Tabla 2: Registro de riesgos

DESCRIPCIÓN	P	I	G	RESPUESTA/ MITIGACIÓN
Existe el riesgo de que las fases del proyecto se extiendan demasiado y el proyecto no se cumpla en el plazo estipulado debido a la mala ejecución de cronograma de actividades	5	7	35	Hacer uso de técnicas de compresión de cronogramas. Dedicar más horas diarias al desarrollo del proyecto.
Existe el riesgo de que alguna(s) de las fases del proyecto consuma más tiempo del previsto y provoque sobre costos debido a que se enferme uno de los integrantes del equipo.	5	7	35	Dedicar más horas diarias al desarrollo del proyecto luego de la novedad.
Existe el riesgo de que los procesos puedan estar errados y se generen muchos errores debido a la inexperiencia del equipo en las herramientas de desarrollo.	5	7	35	Anotar cada desviación del proceso lo antes posible e intentar corregirla. Solicitar asesoramiento a tutor y expertos.

4.4. Fase de elaboración

En la elaboración, la cual es una fase importante pues depende en gran parte el éxito del prototipo, se controla el avance en base al cronograma y a los objetivos planteados, se desarrollan los escenarios en forma incremental y se corrigen errores y problemas que van surgiendo.

4.4.1. Elaboración de cuerpos en 3D

Se procede con la creación de los modelos tridimensionales en Blender que se desplegarán cuando la cámara reconozca el marcador, así como la fig. 6.

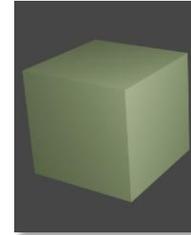


Fig. 6. Apariencia de un sólido en 3D que se proyecta al enfocar un marcador

4.4.2. Elaboración de marcadores

Para los marcadores, se crea la base de datos en el Target Manager de Vuforia Developer y se suben las imágenes. Cada imagen representa la red o molde del cuerpo geométrico que se despliega con RA (fig. 7). Estas imágenes reciben una puntuación por la plataforma dependiendo sus características como contraste y nitidez que indican que tan óptimo sería el reconocimiento por la cámara del dispositivo.

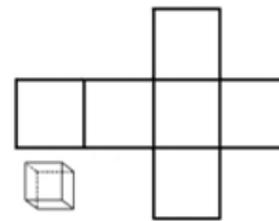


Fig. 7. Marcador imagen usada en el escenario RA

4.4.3. Desarrollo del menú y los escenarios

De cara a la interfaz, el menú principal consta de tres botones fundamentales: Calcular, Juego de preguntas y Salir al mismo tiempo que presenta la cámara activa, lista para enfocar un marcador imagen para proyectar un cuerpo geométrico.

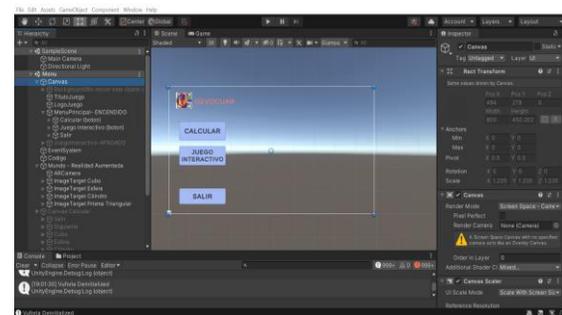


Fig. 8. Menú de la aplicación en la plataforma Unity.

En el escenario de la calculadora de volumen como lo presenta la fig. 9, aparece la descripción de la fórmula con la que se calcula y donde se pueden ingresar los valores para que se genere el resultado.



Fig. 9. Vista del escenario calculadora de volumen

En el juego de preguntas como la fig. 10, se presenta la primera de diez preguntas, con un marcador que muestra el número de puntos dependiendo el número de respuestas acertadas. Para cada pregunta hay cuatro opciones de respuesta entre las cuales una es la correcta. Se debe confirmar la elección de la respuesta. La aplicación la verifica y habilita un botón para pasar a la siguiente pregunta.



Fig. 10. Vista del escenario del juego de preguntas

4.5. Fase de Pruebas

En la fase de pruebas (en SUM, fase beta) se testea el funcionamiento general del prototipo, se verifican los errores existentes y su corrección y, además, se verifica que el gameplay y los eventos del prototipo funcionen correctamente. Estas pruebas se hacen cada vez que se termina una iteración en la fase de elaboración.

Al finalizar la fase de elaboración, se generó el APK o ejecutable para Android para probarlo en dispositivos móviles y es enviado al verificador beta quien hace algunas recomendaciones que luego se ajustan en el prototipo.

Tabla 3: Registro de control de cambios

FEC HA	P	I	DESCRIPCION	TIPO DE CAMBIO
	Verificador Beta	Calculadora Volumen	Incorporar una imagen del cuerpo geométrico a cada pantalla del escenario.	Mejora

	Verificador Beta	Juego de Preguntas	Los sonidos que se reproducen no deben ser muy largos	Mejora
	Verificador Beta	General	Los ítems deben tener más colorido, acorde con el tipo de usuario final.	Visualización

4.6. Fase de Cierre

La fase de cierre es el paso final de la metodología SUM. Se llega a esta fase cuando se instala y aplica el prototipo en los dispositivos con los usuarios finales. Durante esta fase se evalúan los problemas, éxitos, soluciones, cumplimiento de objetivos y se realiza una retroalimentación por medio del análisis de gráficas para finalmente establecer conclusiones.

4.6.1. Aplicación del prototipo en el aula de clases

Se instala el prototipo en los dispositivos por medio de un cable USB. Los dispositivos son repartidos a los estudiantes en los tiempos que el docente lo requiere según los momentos y actividades del plan de clase [13].



Fig. 11. Uso del escenario de RA por parte de los estudiantes

Luego de finalizadas las sesiones de clase, se hizo una validación con los estudiantes por medio de la aplicación de la encuesta. Algunas de las preguntas involucraron cómo les pareció el diseño, dificultad, mejoras para el prototipo y si lo recomendarían para otras áreas del saber, entre otras [12].

4.6.2. Confiabilidad

La confiabilidad está enmarcada a que las mediciones del instrumento sean precisas, estables y libres de cualquier tipo de errores, por lo que se refiere a la disposición de estabilidad de los datos. En consonancia a esos elementos. La confiabilidad es “la calidad que tiene un instrumento de ser aplicado por diferentes investigadores en una sucesión de veces a un grupo de personas, obteniéndose los mismos resultados con un grado de exactitud, consistencia y precisión [11].

Teniendo en cuenta lo anterior, el proceso de confiabilidad del instrumento se realiza siguiendo el método de Alfa de Cronbach el cual es un índice de confiabilidad que explica que “Es el grado en el que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes [11]. En consecuencia, para lograr el resultado del coeficiente, se utilizan las respuestas extraídas del instrumento destinado a medir la confiabilidad entre las variables de investigación.

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	25	100,0
	Excluido ^a	0	,0
Total		25	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,770	15

Estadísticas de elemento

	Media	Desviación estándar	N
P1	1,00	,000	25
P2	1,00	,000	25
P3	1,96	,200	25
P4	1,00	,000	25
P5	1,08	,277	25
P6	1,56	,507	25
P7	1,00	,000	25
P8	1,00	,000	25
P9	1,72	,458	25
P10	1,04	,200	25
P11	1,00	,000	25
P12	1,08	,277	25
P13	1,92	,277	25
P14	1,04	,200	25
P15	1,08	,277	25

De los anteriores datos estadísticos se puede analizar que la fiabilidad de esta prueba es alta puesto que su resultado del alfa de Cronbach es de 0.77 determinando siendo una posición fiable según la interpretación descriptiva del rango de valores del coeficiente.

4.6.3. Análisis

Se presentan los resultados de la encuesta representados por medio de graficas circulares y su respectiva interpretación.

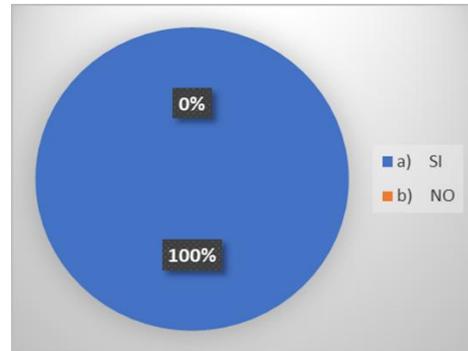


Fig. 12. Gráfica con el porcentaje de estudiantes que indica que la aplicación fue cómoda al utilizar tus dedos

Con esta pregunta se buscaba conocer sobre la operabilidad de la aplicación en cuanto a la comodidad al usar los dedos en personas con ese rango de edades. Todos los estudiantes contestaron positivamente.

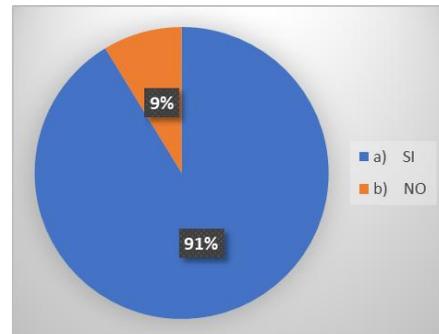


Fig. 13. Gráfica con el porcentaje de estudiantes que considera que es necesario el apoyo de estos programas informáticos para las asignaturas diferentes a Geometría.

El 91% de los estudiantes considera que estas aplicaciones serían importantes como apoyo en otras materias además de la geometría y que se debería tener más en cuenta usar esta tecnología como apoyo de las clases en el proceso académico de la institución y de esta manera se estarían integrando herramientas TIC en las aulas.

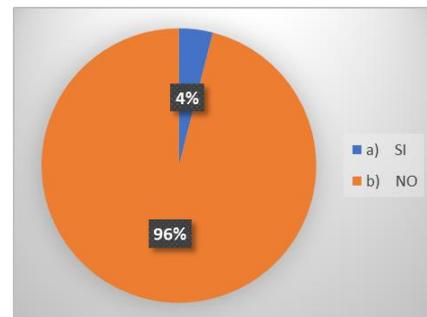


Fig. 14. Gráfica porcentaje de estudiantes que indica que hubo errores o bloqueos al utilizar la aplicación

Dentro de la usabilidad, es importante el criterio de la tolerancia a fallos para evitar que los usuarios cometan errores. En ese ítem, el 96% de los estudiantes contestó que no hubo errores o bloqueos al usar la aplicación.

5. CONCLUSIONES

El proyecto dio como resultado un prototipo dirigido al contexto de un colegio rural y oficial colombiano realiza un aporte en la estructura de la secuencia didáctica en un aula de clase puesto que sus módulos o escenarios aportan tanto en la iniciación, desarrollo como en el cierre para una clase de calidad.

Este estudio demuestra la importancia de implementar aplicaciones basadas en Realidad Aumentada como GEVOCUAR en el aula puesto que pueden mostrar otros matices didácticos a los estudiantes al trabajar elementos en 3D que los libros no podrían.

El proyecto realiza un aporte en la estructura de la secuencia didáctica en un aula de clase puesto que sus módulos o escenarios tienen que ver tanto en la iniciación, en el desarrollo y en el cierre de una clase de calidad contribuyendo así a lograr las metas del ODS 4.

Las fases de la metodología elegida fueron adecuadas para el desarrollo de aplicaciones similares y aunque SUM es una metodología dirigida principalmente a la creación de videojuegos, es adaptable a otros proyectos puesto que permite una alta flexibilidad y proporciona equipos de desarrollo pequeño.

Las herramientas de desarrollo seleccionadas como Unity y Blender fueron acordes con lo que se planeaba construir. Fue acertado hacer uso de Unity incorporando Vuforia para Realidad Aumentada puesto que se adaptaron a la pretensión del estudio de trabajar el tema escolar de volumen de cuerpos geométricos con los escenarios de juego de preguntas sobre el tema y la proyección de los coloridos sólidos geométricos en 3D.

En la ejecución de las sesiones de clase con los estudiantes se observó un desempeño favorable del prototipo e interés por parte de ellos en su uso, así mismo, se evidencian resultados de aceptación en cuanto a la apariencia y facilidad de uso.

Estas aplicaciones se pueden integrar en el aula para otras áreas además de la geometría como apoyo en los planes de estudio y de clase de las instituciones educativas de básica secundaria rurales, de esta manera, se estarían integrando las TIC para reducir los efectos de la poca integración de las herramientas tecnológicas y cumplir con los objetivos académicos.

6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Como continuación de este proyecto de investigación, se exhorta a los investigadores y docentes de la institución ampliar la aplicabilidad del prototipo de software de Realidad Aumentada hacia otras áreas o asignaturas de estudio como biología, inglés, ciencias sociales entre otras de las instituciones educativas, con especial énfasis en la integración de las TIC en las aulas.

Los cuerpos geométricos en el prototipo aparecen de una forma estática, podría ser interesante que rotaran con el dedo para percibir todas sus partes como sus caras, vértices y aristas sin necesidad de mover el marcador, así mismo agregar más cuerpos geométricos además de los básicos, como los sólidos platónicos, los cuerpos geométricos truncados y oblicuos y poliedros con bases de más lados.

Presentar las preguntas en el juego interactivo en forma aleatoria, así como las opciones de respuesta, de tal manera que, si el estudiante realiza otros intentos en el juego, no se presenten las mismas preguntas y en el mismo orden, así como incorporar algunas ayudas o pistas.

Fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de los docentes, a través de jornadas de capacitación en el manejo de las herramientas con Realidad Aumentada al momento de ser incorporada en los planes de estudio y el aula de clase.

La usabilidad móvil se trata de entender como las personas usan los dispositivos móviles en cuanto a la forma como se sostienen los dispositivos y se usan los dedos, por lo tanto, se debe tener en cuenta en términos de ergonomía la diferencia de una aplicación desarrollada para móviles (teléfonos celulares y tabletas) una aplicación que se despliegue en un computador con mouse o touchpad disponible.

Para trabajos futuros se recomienda a los investigadores interesados en incorporar las herramientas de Realidad Aumentada en los planes de formación en el aula, validar con el docente los ejes de aprendizajes con mayor dificultad para el estudiante y verificar los recursos tecnológicos disponibles con que cuentan las instituciones educativas para la investigación.

REFERENCIAS

- [1] R. Sousa-Ferreira, R. A. Campanari-Xavier y A. S. Rodrigues-Ancioto, «La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional,» 2021. [En línea]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:234315495>.
- [2] T. P. Caudell y D. W. Mizell, «Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes,» *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 2, pp. 659-669, 1992.
- [3] A. & F. C. Vilches, «Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI,» I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias" y VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física., 1999. [En línea]. Available: <http://www.oei.es/historico/salactsi/ctseducacion.htm>.
- [4] A. Blázquez Sevilla, «Realidad aumentada en Educación,» 2017. [En línea]. Available: <https://oa.upm.es/45985/>.
- [5] C. Prendres Espinoza, «Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas,» 2015. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>.
- [6] J. Cabero Almenara, F. García Jiménez y J. M. Barrozo Osuna, «La producción de objetos de aprendizaje en “Realidad Aumentada”: la experiencia del SAV de la Universidad de Sevilla,» 2016. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/11441/41045>.
- [7] Gemserk, «SUM para desarrollo de videojuegos,» 2009. [En línea]. Available: <http://gemserk.com/sum/>.
- [8] «Unity,» 2023. [En línea]. Available: <https://unity.com/es/products/unity-engine>.
- [9] «Paseo por el lenguaje C#,» 2023. [En línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>.
- [10] «Vuforia,» 2023. [En línea]. Available: <https://library.vuforia.com/>.
- [11] R. F. C. y B. P. Hernández, Metodología de la investigación, 6ta. ed ed., México D.F.: McGraw-Hill., 2014.
- [12] J. Santoyo y K. Medina, «Herramientas de software libre para la creación de contenidos educativos,» *ingeniare*, n° 28, p. 35–46, 2020.
- [13] S. Castro, B. Guzmán y D. Casado, «Las Tic en los procesos de enseñanza y aprendizaje,» 2007. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76102311>.
- [14] K. Lee, «Augmented Reality in Education and Training,» *TechTrends*, 2012. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>.
- [15] R. A. Lobo-Quintero, J. S. Santoyo-Díaz y W. Briceño-Pineda, «EducAR: uso de la realidad aumentada para el aprendizaje de ciencias básicas en ambientes educativos y colaborativos,» *rev.digit.educ.ing*, vol. 14, n° 27, p. 65–71, 2019.
- [16] L. Amaya y J. Santoyo, «Evaluación del uso de la realidad aumentada en la educación musical,» *Cuad. Músic. Artes Vis. Artes Escén.*, vol. 12, n° 1, pp. 143-157, 2017.
- [17] A. Álvarez-Martínez y J. Santoyo, «Internet de las cosas y herramientas de software libre aplicadas a la educación,» *ingeniare*, n° 22, pp. 11-18, 2017.
- [18] P. Marquès, Metodología para la elaboración de software educativo en Software Educativo. Guía de uso y metodología de diseño., Barcelona: Estel, 1995.