

Caso de estudio: metodología para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (OA) en 3D para aplicaciones de Realidad Aumentada (RA)

Case study: methodology for the development of learning objects (OA) in 3D for applications of Augmented Reality (AR)

Jennifer Betzabe Samaniego-Franco, Dunia Inés Jara-Roa, Celia Paola Sarango-Lapo, Martha Vannesa Agila-Palacios, Jorge Eduardo Guamán-Jaramillo, Jairo Antonio Contreras-Mendieta
Universidad Técnica Particular de Loja, Dirección de Tecnología para la Educación
Loja, Ecuador

jbsamaniego@utpl.edu.ec, dijara@utpl.edu.ec, cpsarango@utpl.edu.ec, mvagila@utpl.edu.ec,
jeguaman2@utpl.edu.ec, jacontreras@utpl.edu.ec

Resumen — El presente artículo tiene como objetivo describir el caso de estudio: metodología para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (OA) en 3D para aplicaciones de Realidad Aumentada (RA), basada en una combinación de varias metodologías usadas en el diseño de OA. La metodología consta de tres componentes: 1) ámbito de aplicación, 2) contenido, y 3) tecnología. Para el desarrollo de OA 3D se utilizó el enfoque de desarrollo de software de prototipos en donde las fases 2 y 3 se ejecutan en cada nueva versión acompañadas del respectivo control de calidad. Como resultado de la implementación de la metodología se obtuvo el aplicativo “Biología RA”. Para validar el aplicativo resultante de la metodología se utilizó como instrumento de evaluación un cuestionario de 14 ítems aplicado a 223 estudiantes. De los resultados se obtuvo que el 89.30% considera que el contenido del aplicativo va acorde al material bibliográfico utilizado en la asignatura, el 75.94% indica que los contenidos de los OA 3D utilizados les ha permitido reforzar su aprendizaje. El 77.01% menciona que la interacción con OA 3D es más didáctica que con un texto plano. En cuanto a los inconvenientes para acceder al aplicativo el 52.47% menciona que tuvo algún tipo de inconveniente principalmente en descarga, instalación y uso; por lo tanto, es importante conocer los tipos de dispositivos móviles en los que se va a utilizar los aplicativos de RA. De ahí que se garantiza que la metodología permite generar recursos de RA coherentes a los resultados de aprendizaje sin perder de vista las competencias digitales que debe tener el docente y el estudiante.

Palabras Clave – realidad aumentada, metodología, aplicativos de RA.

Abstract — The present work aims to describe the methodology used for the development of learning objects (LO) in 3D for Augmented Reality (AR) apps, based on a combination of several methodologies used in the design of LO. The methodology consists of three components: 1) app scope, 2) content, and 3) technology. For the development of 3D LO, the prototype software development approach was used, where phases 2 and 3 are executed in each new version accompanied by the respective quality assurance. As a result of the implementation. The “Biologia AR” was gotten. To validate the resulting app from the methodology, a questionnaire, with 14 items, applied to 223 students was used. The results are that 89.30 percent, consider that the app content is in line with the bibliographic material used in the subject and 75.94 percent indicates that the contents of 3D LO used has allowed them to reinforce their learning. The 77.01 percent mention that the interaction with 3D LO is more didactic than with a plain text. Regarding the inconveniences to access the app, 52.47 percent mentioned that it had some type of inconvenience, mainly in download, installation and use, therefore, it is important to know the types of mobile devices in which the applications of AR is going to be used. Hence, it is guaranteed that the methodology allows AR consistent resources to be generated with the learning outcomes, without losing sight of the digital competences that professors and the students must have.

Keywords: augmented reality, methodology, AR apps.

I. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) se las utiliza como herramientas para obtener un

aprendizaje significativo [1] según la estrategia que utilice el docente. Una de las estrategias que actualmente está siendo utilizada y que tiene resultados prometedores, es la que se enfoca al aprendizaje activo, de esta manera las herramientas tecnológicas son utilizadas como instrumento de aprendizaje, es así que la Realidad Aumentada (RA) aparece como una herramienta tecnológica que puede brindar aprendizajes significativos combinando elementos virtuales dentro del mundo real [2]. Como lo menciona [3] la utilización de esta tecnología es un desafío para los docentes porque conlleva un incentivo por el aprendizaje al tratar de tener como resultado experiencias que vuelvan único el proceso enseñanza-aprendizaje, según [4] numerosas investigaciones indican que al utilizar RA se refuerza el aprendizaje e incrementa la motivación por aprender, [20] manifiesta que la RA propicia aprendizajes de manera innovadora y atractiva en cualquier nivel educativo.

El presente trabajo tiene como propósito describir la metodología utilizada para el desarrollo de OA en 3D para aplicaciones de RA, la que surge de la combinación de varias metodologías para la creación de un OA. Su importancia radica en que permite sistematizar procedimientos y técnicas para cumplir con un objetivo planteado [5], convirtiéndose en una guía sistemática y de calidad.

Para la implementación de la metodología se tomó en cuenta el enfoque del modelo de desarrollo evolutivo o modelo de prototipos para el desarrollo de software [6], su característica principal es tener definido un objetivo considerando el resultado de aprendizaje a lograr. En el transcurso del diseño y desarrollo de los OA 3D se van definiendo los contenidos, nivel de rotación, interacción y animación, a medida que se van desarrollando los prototipos de cada OA en 3D es necesario identificar disfunciones (definición gráfica, interacción, animación, rotación) hasta que el OA sea aprobado por el docente, una vez que los OA en 3D son aprobados, se van integrando constituyéndose así en el aplicativo de RA y listos para ser integrados en el proceso de enseñanza aprendizaje.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Existen varias definiciones de lo que es RA, para el presente estudio se parte de dos conceptos que han sido utilizados con mayor recurrencia, según [7] la define como la combinación de tres elementos principales: (1) combinación de elementos reales y virtuales (2) interactiva en tiempo real y (3) registrada en 3D. Por otra parte [8] señala que entre un entorno real y un entorno virtual puro esta la llamada realidad mixta y esta se subdivide en dos: la realidad aumentada (más cercana a la realidad) y la realidad virtualidad aumentada (más próxima a la virtualidad pura).

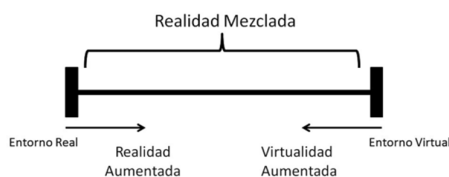


Fig. 1 Reality – Virtuality Continuum

La RA tiene como base el desarrollo de OA 3D, para esto se buscó metodologías y/o propuestas metodológicas para el diseño de OA enfocados en el desarrollo de software, de las cuales se seleccionó las siguientes:

Propuesta basada en patrones [9].- tiene una visión estratégica y cognitiva donde se utilizan patrones predefinidos, sigue las siguientes etapas: 1) ámbito de aplicación, 2) selección del patrón, 3) selección y elaboración de contenidos, 4) parametrización del patrón. [9, pp.10] “Mencionan que los resultados de haber implementado esta metodología fueron: a) reducción en tiempo y costos de la producción de OA, b) se invierte un número similar de horas para elaborar un patrón de OA; pero el tiempo posterior de desarrollo de OA con base en patrones puede llegar menos del diez por ciento del tiempo de desarrollo de OA equivalentes sin usar patrones. Esto significa una reducción drástica en los tiempos y costos de producción de objetos, manteniendo un nivel alto de calidad en los productos”.

Metodología Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) [10].- en esta metodología se combina el diseño instruccional de Dick y Carey con la Ingeniería del Software., consta de 8 etapas: 1) selección del tema, 2) selección de los académicos, 3) contenido, 4) diseño instruccional y elaboración de guiones, 5) desarrollo del material, 6) revisión del material, 7) prueba y corrección del material, 8) liberación del material. Esta metodología tiene como base 3 componentes: a) el marco de referencia se base en lo que menciona Manuel Gándara y Álvaro Galvis Panqueva, b) la estrategia metodológica se basa en la la teoría fundada, de Glaser y Strauss, con que se obtiene una visión sustantiva y fundada desde los datos obtenidos de la experiencia, c) para desarrollar los principios de actividad y participación se fundamenta pedagógicamente en las teorías de aprendizaje constructivista y cognitivista y en los procesos de interacción y comunicación

Metodología de Desarrollo de Objetos Virtuales de Aprendizaje (MEDEOVA) [11].- se la utiliza como una guía para el desarrollo de OVA en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja en Colombia. Comprende 7 fases: 1) requerimiento del OVA, 2) propuesta estructural, 3) diseño, 4) desarrollo, 5) catalogación, 6) calidad y pruebas, y 7) publicación.

Esta metodología se basó en el contexto nacional del Ministerio de Educación Nacional de Colombia en los lineamientos de la creación y almacenamiento de OVA como procesos de Ingeniería del Software, como resultados del uso de esta metodología publicaron 3 objetos en el repositorio de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja. Una de las conclusiones principales de esta metodología es que para poder garantizar la calidad del OVA el proceso de evaluación se debe realizar de forma iterativa, hasta obtener el valor deseado según estándares internacionales.

Universidad Austral de Chile[12].- se basa en la definición de [13], quien presenta una metodología basada en el paradigma de Programación Orientación a Objetos (POO) comprende las siguientes fases: 1) diseño de un modelo de OA, 2) webgrafía del OA, 3) metadatos, 4) diseño material pedagógico, 5) elaboración multimedia de los OA, 6) diseño de

una encuesta de satisfacción, 7) prueba del OA con los estudiantes. Esta metodología fue implementada para enseñar anatomía humana en la carrera de medicina, donde luego de haber utilizando estos objetos, se aplicó una encuesta de satisfacción dividida en 2 segmentos: **1)** navegabilidad y calidad de imágenes, donde los estudiantes no registran problemas de navegabilidad y califican como las imágenes empleadas como muy nitidas. **2)** contenido educativo, donde indican que existe una adecuada relación texto imagen y la gran utilidad del recurso para sus estudios mencionando que recomendarían el uso de este aplicativo.

Propuesta metodológica MIDOA [14].- se basa en la selección de entre 2 de las metodologías de Ingeniería del Software, 1) ciclo evolutivo de prototipos y 2) programación extrema, y en la creación de reglas de producción bajo un diseño instruccional. Para el diseño de los OA la propuesta plantea las siguientes fases: 1) análisis, 2) diseño, 3) desarrollo, 4) utilización, y 5) evaluación. La aplicación de este modelo se llevó a cabo dentro de la Academia de Tecnologías Ingeniería del Software y de OA de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, con lo cual se pretende mejorar el proceso de producción masivo de OA en gran medida, garantizando la reducción de las revisiones, aumento de la calidad y control del proceso de desarrollo, que hasta el momento lo venían realizando de manera no controlada.

Dicrevoa [15] .- es el resultado del estudio de 29 propuestas metodológicas realizadas por [16], las fases son: 1) análisis, 2) diseño, 3) implementación, 4) evaluación, y 5) publicación. Está dirigido para instituciones que no poseen un equipo multidisciplinar, el docente es quien se encarga del proceso de diseño, creación y evaluación del OA.

Para evaluar esta propuesta realizaron un estudio de caso en el que se aplicó un cuestionario a 2 grupos de docentes participantes del curso de OA, los resultados muestran que la metodología tuvo un impacto positivo en los docentes, debido a que absolutamente a nadie le resultó indiferente, llegando incluso a recomendarlo [15].

A continuación, se presenta un cuadro resumen sobre las principales características de las metodologías seleccionadas, que sirvieron de base para la propuesta metodológica de OA 3D en la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL).

Tabla I
Fases de metodologías para el desarrollo de OA

| Metodología | Fases | Características seleccionadas |
|-------------------------------------|---|-------------------------------|
| Propuesta basada en patrones | Ámbitos de aplicación | X |
| | Selección del patrón | |
| | Selección y elaboración de contenidos | X |
| | Parametrización del patrón | |
| Metodología UAT | Selección del tema | |
| | Selección de los académicos | |
| | Contenidos | |
| | Diseño instruccional y elaboración de guiones | X |
| | Desarrollo del material | |
| | Revisión del material | |

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| Metodología MEDEOVA | Prueba y corrección del material | |
| | Liberación del material | X |
| | Requerimiento del OVA | |
| | Propuesta estructural | |
| | Diseño | |
| | Desarrollo | |
| | Catalogación | |
| | Calidad y pruebas | X |
| Universidad Austral de Chile | Publicación | X |
| | Diseño de un modelado de OA | |
| | Web gráfica del OA | |
| | Metadatos | X |
| | Diseño material pedagógico | |
| | Elaboración multimedia de los OA | |
| | Diseño de una encuesta de satisfacción | |
| | Pruebas de objetos de aprendizaje con los estudiantes | |
| Propuesta metodológica MIDOA | Ciclo evolutivo de prototipos | X |
| | Programación extrema | |
| | Análisis | |
| | Diseño | |
| | Desarrollo | |
| | Utilización | |
| | Evaluación | |
| Metodología DICREVOA | Análisis | |
| | Diseño | X |
| | Implementación | X |
| | Evaluación | |
| | Publicación | X |

III. DISEÑO DE PROPUESTA METODOLÓGICA

La metodología plateada permite crear un aplicativo con OA 3D para RA; es decir, el aplicativo abordará varios temas y/o subtemas conformados por OA en 3D para esto se parte de la metodología para el desarrollo de OA que la UTPL viene utilizando la que esta basada en [19] tiene 3 componentes: (1) diseño de la información, (2) diseño de la interacción, (3) diseño de la presentación; a este se le agrega información adicional en diferentes formatos, como: video, audio y/o texto.

La metodología propuesta se encuentra en la siguiente gráfica:

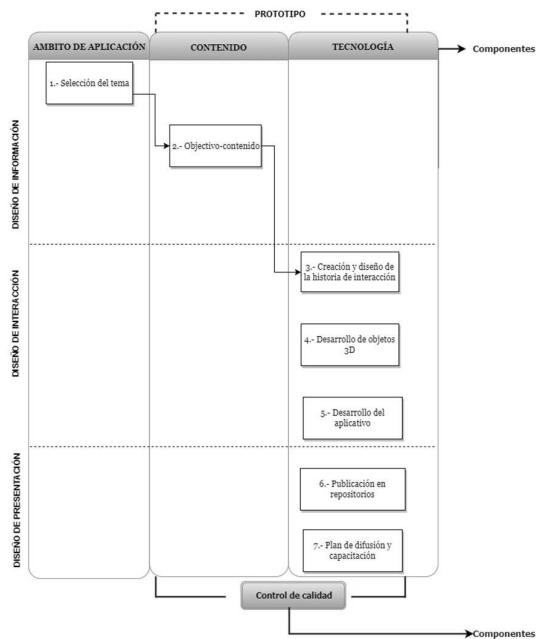


Fig. 2 Metodología OA 3D

A. Ámbito de aplicación

Selección del tema

Antes de iniciar un proyecto de innovación educativa se debe evaluar si su aplicación resulta pertinente en la formación de los estudiantes. Dentro de este trabajo se realiza la evaluación del aplicativo de RA como apoyo a la docencia, considerando que el objetivo principal de RA como lo menciona [4] es reforzar el aprendizaje e incrementar la motivación por aprender.

B. Contenido

Objetivo-contenido

Para definir el objetivo a cumplir con el uso del aplicativo de RA se debe prestar atención a los resultados de aprendizaje a lograr. Como lo menciona [18] antes de seleccionar el contenido se tiene que haber planteado un objetivo de aprendizaje claro y clasificarlo según el contenido pedagógico:

- Conceptual. – se caracteriza cuando es capaz de dar un significado a la información que visualiza; es decir, emitir un concepto correcto con palabras propias.
- Procedimental. – incluye un conjunto de acciones secuenciales, reglas, técnicas y/o metodología para lograr el objetivo de aprendizaje propuesto; es decir, debe “saber que hacer”, “saber cómo hacer” y “saber hacer”, respondiendo a un objetivo práctico.
- Actitudinal. – comportamiento ante diferentes hechos, personas, sucesos o situaciones como consecuencia de una valoración.

Una vez categorizado es imprescindible evaluar qué contenido será incorporado, como lo menciona [15] en esta fase se debe dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿A quiénes está dirigido el material?
- ¿Cuál es la temática a desarrollar?

Para ejecutar esta labor se usa la plantilla que se observa en la Figura 3, la que es analizada desde el punto de vista tecnológico y pedagógico; el resultado de aprendizaje indica el tipo de OA a desarrollar, por consiguiente trabajan en equipo interdisciplinario como lo menciona [17] el docente y el técnico responsable del OA en 3D. Por ejemplo, si el objetivo es lograr que los estudiantes conozcan las diferencias entre la célula animal y la célula vegetal, se estaría manejando un objetivo conceptual (conocer); por consiguiente, el contenido también será conceptual (definiciones).

| DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA EDUCACIÓN | | | |
|--|-------------------|-------------|-----------|
| DOCENTE: | | | TITULAR: |
| PERIODO: | | | AUXILIAR: |
| TITULACIÓN: | | | |
| FECHA: | | | |
| ASIGNATURA: | | | TIPO: |
| RESULTADO DE APRENDIZAJE: | | | |
| | | | |
| OBJETIVO DE RA: | | | |
| | | | |
| PÚBLICO META: | | | |
| | | | |
| OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAJE REALIDAD AUMENTADA (OA-RA) | | | |
| Tema: | | | |
| N° | Nombre del objeto | Descripción | Formato |
| Principal | | | |
| 2 | | | |

Fig. 3 Plantilla contenido OA 3D UTPL

C. Tecnología

Creación y diseño de la historia de interacción

Aquí se define de manera minuciosa el desarrollo del contenido, secuenciación e interacción del aplicativo, para esto se tomó como base la metodología propuesta por la UAT [10]. La plantilla usada para la presente fase es la siguiente:

| HISTORIA DE INTERACCIÓN | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|--------|-----------------|---------------|--------------|-----------|--|
| DOCENTE: | | | | TITULAR: | | | |
| PERIODO: | | | | AUXILIAR: | | | |
| TITULACIÓN: | | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | | |
| ASIGNATURA: | | | | | | | |
| Tema: | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Nombre del modelo: | | | Tipo de modelo: | Estático: () | Animado: () | | |
| Imagen referencial | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Descripción general del diseño | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Desarrollo del contenido | | | | | | | |
| Texto | Audio | Imagen | Vídeo | URL | Referencia | Contenido | |
| | | | | | | | |

Fig. 4 Plantilla historia de interacción

Desarrollo de objetos 3D

Según [14] los criterios para la construcción de objetos visuales deben enganchar al usuario y tener las siguientes características:

- Colores llamativos y diseños creativos.
- Consistencia, precisión y definición.
- Involucrar acciones de movimiento.
- Fácil manipulación.

Como se puede apreciar los objetos visuales y los OA

3D utilizados en RA tienen las mismas características con la diferencia de que al ser manipulados permiten la sensación de inmersión al mundo real.

Para la creación de los OA 3D se debe considerar lo siguiente:

- Utilizar la misma escala en la creación de todos los OA 3D que van a ser utilizados en la aplicación.
- Tratar de minimizar el número de vértices (polígonos) de los OA 3D, con el objetivo de minimizar su tamaño y maximizar el rendimiento en dispositivos de poca capacidad computacional.
- Tomar en cuenta la interacción que se va a realizar con los OA 3D que se utilizará en la aplicación. Por ejemplo, si se tiene un vehículo en 3D y si se desea interactuar con cada una de sus partes (ruedas, puertas, chasis, etc.), es necesario que cada parte sea un objeto independiente para facilitar su tratamiento dentro de la aplicación.
- Las texturas de los OA 3D deben ser trabajadas como imagen, ya que, si se utiliza texturas procedurales, dificultará su reconocimiento y adecuada visualización.
- La ubicación del OA 3D en escena (plano (x, y, z)) debe ser tomada en cuenta desde la creación del OA 3D, para evitar la superposición de OA 3D entre sí. Esto es de vital importancia cuando se trabaja con múltiples objetos en un mismo marcador.

Desarrollo del aplicativo

En esta fase se implementa lo que se diseñó en las fases de creación y diseño de la historia de interacción, y desarrollo de objetos 3D, para esto se utiliza como herramienta tecnológica Unity dadas las bondades que presta para que los aplicativos sean usados desde diferentes sistemas operativos. A medida que se van desarrollando y agregando cada uno de los OA 3D y se concluye con un tema o subtema, se hace el control de calidad, para facilitar el proceso se usa la plantilla SQA de OA de la UTPL, adaptada para RA.

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Nombre: _____ Desarrollado por: _____
 Objetivo: _____ Presentado por: _____
 Fecha: _____ Revisado por: _____

Califique las preguntas siguientes, utilizando la escala de 1 a 5, en la que 1 es el mínimo y 5 es el máximo.
 Si consideran que alguna pregunta no es aplicable al OA, marque la opción "sin opinión (SO)".

Recuerde marcar sólo una respuesta a cada pregunta.

| Nro. | Item. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | SO |
|------|--|---|---|---|---|---|----|
| 1. | Tienen relación los OA 3D desarrollados con el objetivo planteado. | | | | | | |
| 2. | El contenido científico presentado es correcto. | | | | | | |
| 3. | El contenido tiene relación con el resultado de aprendizaje a lograr. | | | | | | |
| 4. | Existe secuencia en los contenidos. | | | | | | |
| 5. | El contenido presentado está bien redactado. | | | | | | |
| 6. | El contenido presentado está sin faltas de ortografía. | | | | | | |
| 7. | Los efectos de transición le parecen adecuados. | | | | | | |
| 8. | Las imágenes utilizadas guardan relación con el contenido y el contexto. | | | | | | |
| 9. | Los colores utilizados tienen relación con el fondo de las áreas. | | | | | | |
| 10. | El tamaño de la letra es apropiado. | | | | | | |
| 11. | Los OA 3D le parecieron amigables. | | | | | | |
| 12. | Los OA 3D le parecieron intuitivos. | | | | | | |
| 13. | La presentación de contenido en cada pantalla es adecuado. | | | | | | |

Obsérvelo al OA 3D holísticamente, e indiquenos:

En qué parte puede ser mejorado: _____

Mencione los resultados de aprendizaje que conseguirá el profesional en formación, al usar el aplicativo: _____

Fig. 5 Plantilla SQA de OA de la UTPL

docente de la asignatura, es necesario realizar un marcador sencillo y de fácil reconocimiento tomando en cuenta la cantidad de vértices, colores, contrastes, etc. Para esto se debe diseñar o seleccionar una imagen que servirá como marcador y subirla a una herramienta de "generador de marcadores" donde se obtiene el archivo de extensión (.pat). Finalmente se debe crear un icono del aplicativo que permita su utilización, es aconsejable que sea sencillo y de diseño propio.

Publicación en repositorios

En cuanto a la publicación se debe tomar en cuenta si ésta va a ser como aplicativo con RA, o como OA 3D independientes. Para publicar como aplicativo de RA debe estar alojado en tiendas de Android e IOS, para cualquiera de las tiendas se debe preparar lo siguiente:

- Icono de la App de 1024x1024.
- Título y descripción de la App.
- Capturas de pantalla del comportamiento del aplicativo en dispositivos móviles (celulares y tablets 7" y 10" por requerimiento de la tienda).
- Videotutorial de uso del aplicativo.

Para publicarlos de manera individual a los OA 3D éstos deben ser alojados en un repositorio de OA 3D que posea un visor y editor online, en este caso se los comparte en el repositorio Sketchfab.

Plan de difusión y capacitación

En esta última fase se creará un plan de difusión el que permitirá dar a conocer la existencia del aplicativo por diferentes medios de comunicación.

Para la capacitación es conveniente elaborar al menos 2 recursos: manuales y video tutoriales paso a paso de la descarga, instalación y uso del aplicativo.

| PLAN DE DIFUSIÓN | | | |
|------------------------|--|-------------|-------------------|
| Temas | | | |
| Objetivo | | | |
| Alcance | | | |
| Actividades a realizar | <ul style="list-style-type: none"> • • • • | | |
| Cronograma | Actividades | Fecha | Herramienta/medio |
| | - | - | - |
| Presupuesto | Cantidad | Descripción | Valor |
| | - | - | - |

Fig. 6 Plan de difusión

Una vez que la aplicación ha sido aprobada por parte del

IV. RESULTADOS

Como resultado de la aplicación de la metodología descrita se desarrolló el aplicativo “Biología RA” compuesto por 16 OA 3D con características de: abierto, gratuito, interactivo, offline y se encuentra publicado en la tienda de Google Play. El aplicativo tiene como objetivo de aprendizaje distinguir una célula animal de una vegetal, lo utilizaron estudiantes de primer ciclo de la titulación de Gestión Ambiental.

Para validar la metodología en el desarrollo de los OA 3D, se utilizó un cuestionario de 14 ítems, aplicado a 223 estudiantes de la titulación de Gestión Ambiental de la Modalidad Abierta y a Distancia de la asignatura Biología General. Los resultados más significativos indican que el 89,30% considera que el contenido de la aplicación va acorde al material bibliográfico utilizado en la asignatura (Figura 7), el 77,01% menciona que la interacción con OA 3D es más didáctica que el libro base y/o guía didáctica (Figura 8) y el 75,94% indica que los contenidos de OA 3D utilizados les ha permitido reforzar su aprendizaje (Figura 9).

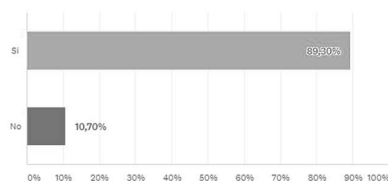


Fig. 7 Contenido aplicativo RA

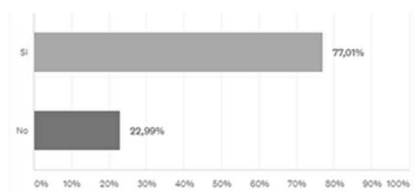


Fig. 8 Interacción aplicativo RA

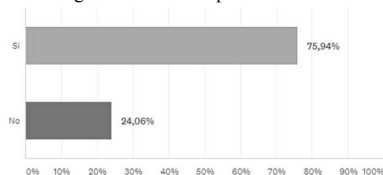


Fig. 9 Refuerzo de aprendizaje

Los inconvenientes que tuvieron con respecto al aplicativo se mencionan a continuación:

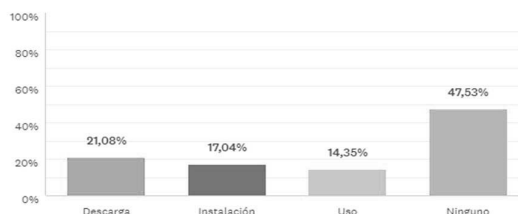


Fig. 10 Inconvenientes aplicativo RA

Como se observa en la Figura 10 el inconveniente más significativo es el que tiene relación con la descarga del aplicativo, esto podría deberse a las siguientes razones: tipo de dispositivo a usarse, nivel de conexión o falta de competencias digitales, puesto que el proceso de descarga se encuentra detallado en el manual de uso del aplicativo. Seguidamente, está el inconveniente de instalación que podría darse por desactualización del sistema operativo y/o falta de memoria o por incompatibilidad entre el aplicativo de RA con el dispositivo móvil.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Incluir OA 3D de calidad no significa que se alcanzarán mejores niveles de aprendizaje en los usuarios, como menciona [1] el logro de los resultados de aprendizaje dependerá de la teoría de aprendizaje y de la estrategia pedagógica utilizada.
- Para contar con aplicativos funcionales y en un tiempo prudente se hace necesario realizar un control de calidad continuo [10] [11] [12] [14] [15], esto alertará a tiempo sobre los cambios a realizar.
- Para no tener inconvenientes en la instalación y uso del aplicativo es necesario conocer el tipo de dispositivos con los que cuentan la población destino.
- Para utilizar cualquier herramienta tecnológica en procesos educativos es necesario contar con un plan de desarrollo [9] [10] [11][12] [14] [15] unido a un plan de difusión y capacitación.
- Para el desarrollo de aplicaciones 3D se debe seguir un proceso sistemático y metodológico [5]. Y considerar aspectos técnicos, psico-pedagógicos, didácticos y operativos, garantizan la producción de recursos educativos que faciliten el logro de los resultados de aprendizaje.
- Finalmente para el desarrollo de OA 3D es fundamental trabajar con un equipo interdisciplinario [17], donde intervengan el docente o experto en el contenido y el técnico del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] A. J. Cabero, “Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC),” 2015.
- [2] F. Sarracino, “¿Mejora la Realidad Aumentada el Aprendizaje de los Alumnos? Una Propuesta de Experiencia de Museo Aumentado,” Profr. - Rev. currículum y Form. del profesorado, vol. 18, no. 3, 2014.
- [3] V. Marín Díaz, “La emergencia de la Realidad Aumentada en la educación,” Edmetec Rev. Educ. Y Mediática, vol. 6, no. 1, pp. 1–3, 2017.
- [4] R. Reinoso, Tendencias emergentes en Educación con TIC. 2012.
- [5] J. Pérez P. and A. Gardey, “Definición de metodología - Qué es, Significado y Concepto.” [Online]. Available: <https://definicion.de/metodologia/>. [Accessed: 18-Oct-2017].
- [6] R. S. Pressman, “Ingeniería del software.”
- [7] R. Azuma, “A Survey of Augmented Reality,” Found. Trends® Human-Computer Interact., vol. 8, no. 2–3, pp. 73–272, 2015.
- [8] P. Milgram and F. Kishino, “A taxonomy of mixed Reality Visual displays.” [Online]. Available: http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html. [Accessed: 19-Oct-2017].

- [9] J. Antonio, D. Valdivia, R. Morales, S. Carlos, G. Flores, and M. E. Chan, "Desarrollo de objetos de aprendizaje basado en patrones."
- [10] J. F. Sánchez Gutiérrez, "Diseño de Objeto de Aprendizaje en Matemáticas Básica (Geometría)," p. 192, 2013.
- [11] J. L. Monsalve P. and F. A. Aponte N., "MEDEOVAS -Metodología de Desarrollo de Objetos Virtuales de Aprendizaje."
- [12] S. Bucarey and L. Álvarez, "Metodología de Construcción de Objetos de Aprendizaje para la Enseñanza de Anatomía Humana en Cursos Integrados," 2006.
- [13] D. A. Wiley, "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects: Online Version," 2000.
- [14] A. B. Saavedra, J. M. Arteaga, and F. J. Álvarez Rodríguez, "Modelo Instruccional para el Diseño de Objetos de Aprendizaje: Modelo MIDOA."
- [15] J. J. Maldonado, J. L. Bermeo, and M. Mejía, "DICREVOA : A Proposal for the Design , Creation and Evaluation of Learning Objects," 2015.
- [16] J. Maldonado, "Desarrollo de un Marco de Análisis para la Selección de Metodologías de Diseño de Objetos de Aprendizaje (OA) basado en criterios de calidad para contextos educativos específicos .," p. 214, 2015.
- [17] A. C. Echeverri E., "Objetos de aprendizaje un recurso para el desarrollo del aprendizaje ubicuo. Estudio en los cursos virtuales de capacitación a los equipos docentes de la UNED Costa Rica," 2013.
- [18] U. P. de (UPV) Valencia, "Plan de Acciones para la Convergencia Europea (PACE)".
- [19] D.P. Losada, "Diseño de aplicaciones multimedia, Integración de elementos". Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED, p. 16 – 19, 2002.
- [20] M. Billinghamurst, "Augmented Reality in Education", New Horizons for learning. [Online]. Available: http://www.it.civil.aau.dk/it/education/reports/ar_edu.pdf.