

mlAR: Method for the construction of AR books and usability record through neuroseigns

Mauricio Rojas Contreras, Msc.¹, Sandra Milena Cañas, Ing.²

¹ Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia, mrojas@unipamplona.edu.co

² Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia, sam.icaro@hotmail.com

Abstract– A large number of organizations are incorporating tools called digital enablers (IoT, Cloud Computing, 3D Printing, Big Data, Cybersecurity, Vision Technologies) as part of the processes of digital transformation towards Industry 4.0. In particular, within vision technologies, augmented reality can be analyzed as a tool that integrates virtual elements that enrich it into a real environment. One of the instances in which augmented reality is applied are the so-called AR Books, which can be conceived as (real) physical books enriched with software applications that are accessed through bookmarks. However, the development of this type of applications nowadays is done in an artisanal way, which brings as a consequence low indicators of maturity, productivity and discipline in the software development process of this type. The central scope of this article is to describe and test a method for the construction of AR books and, in a complementary way, to validate the usability of the product through the verification of emotive neuroseigns with the emotive insight device.

Keywords — Augmented reality, AR books, neurosignals, software development models, virtual learning environment

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.570>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

mlAR: Método para la construcción de libros AR y registro de usabilidad a través de neuroseñales

Mauricio Rojas Contreras, Msc.¹, Sandra Milena Cañas, Ing.²

¹ Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia, mrojas@unipamplona.edu.co

² Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia, sam.icaro@hotmail.com

Abstract- A large number of organizations are incorporating tools called digital enablers (IoT, Cloud Computing, 3D Printing, Big Data, Cybersecurity, Vision Technologies) as part of the digital transformation processes towards Industry 4.0. In particular, within vision technologies, augmented reality can be analyzed as a tool that integrates virtual elements that enrich it into a real environment. One of the instances in which augmented reality is applied are the so-called AR Books, which can be conceived as (real) physical books enriched with software applications that are accessed through bookmarks. However, the development of this type of applications today is done in an artisanal way, which brings with it low indicators of maturity, productivity and discipline in the process of developing this type of software. The central scope of this article is to describe and test a method for the construction of AR books and, in a complementary way, to validate the usability of the product through the verification of emotive neurosignals with the emotive insight device.

Keywords- *Augmented reality, AR books, neuronsignals, software development models, virtual learning environment*

Resumen- *Gran cantidad de organizaciones están incorporando herramientas denominadas habilitadores digital es (IoT, Cloud Computing, Impresión 3D, Big Data, Ciberseguridad, Tecnologías de visión) como parte de los procesos de transformación digital hacia la Industria 4.0. En forma particular, dentro de las tecnologías de visión se puede analizar la realidad aumentada como una herramienta que integra a un entorno real elementos virtuales que lo enriquezcan. Una de las instancias en las cuales se aplica la realidad aumentada son los denominados Libros AR, los cuales se pueden concebir como libros físicos (reales) enriquecidos con aplicaciones de software a las cuales se tienen acceso a través de marcadores. Sin embargo, el desarrollo de este tipo de aplicaciones hoy en día se hace de forma artesanal, lo cual trae como consecuencia indicadores bajos de madurez, productividad y disciplina en el proceso de desarrollo de software de este tipo. El alcance central de este artículo es describir y probar un método para la construcción de libros AR y en forma complementaria validar la usabilidad del producto a través de la verificación de neuroseñales emotivas con el dispositivo emotive insight.*

Palabras clave—*Realidad aumentada, libros AR, neuroseñales, modelos de desarrollo de software, entorno virtual de aprendizaje*

I. INTRODUCCIÓN

El avance vertiginoso de las tecnologías de la información y la comunicación ha permitido innovar y reinventar los

procesos de negocio de las organizaciones, estas innovaciones se operacionalizan a través de nuevos servicios y productos que generan valor agregado a estas organizaciones.

De igual manera, de acuerdo con Rojas [1], la gran mayoría de organizaciones hacen uso de estas tecnologías como soporte de sus procesos y gestión de la información.

La educación no escapa a la disrupción de las tecnologías emergentes, en particular, requiere de la generación de nuevas formas de acceder al conocimiento y que al mismo tiempo respondan a las necesidades y tendencias tecnológicas de los estudiantes.

De igual manera, ante la situación planteada, tecnologías emergentes como la realidad aumentada permiten integrar elementos físicos reales con elementos digitales accedidos a través de dispositivos tecnológicos como smarthphone. Una de las instancias de aplicaciones de la realidad aumentada en la educación son los libros con realidad aumentada (Libros AR), los cuales integran las características de los libros físicos tradicionales con aplicaciones de software que permiten la interacción virtual de los estudiantes con escenarios que son difíciles de representar con el libro tradicional.

El hecho de integrar aplicaciones de software con elementos reales permite la interacción de los estudiantes con escenarios mediados con tecnología que innovan las formas de acceder al conocimiento y al mismo tiempo utilizan dispositivos tecnológicos contemporáneos a los usuarios como son los smarthphone. Sin embargo, el diseño de las aplicaciones de software (elementos aumentados) en escenarios de realidad aumentada como los libros AR, necesita de métodos de diseño e implementación que respondan a las características de la realidad aumentada como son la visualización a través de las cámaras y los displays de los smarthphone, la inmersión en escenarios virtuales y la interacción de los usuarios en estos escenarios.

De acuerdo con Rojas [1] y Mendoza [2], la utilización de métodos en el proceso de desarrollo de software contribuye a la formalización, disciplina y madurez en el proceso de desarrollo de software con tecnologías emergentes como la realidad aumentada. En forma específica, este trabajo tiene por alcance describir un método para el diseño y elaboración de libros AR, haciendo énfasis en los segmentos que implican la

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.570>

ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

introducción de funcionalidades con realidad aumentada. Particularmente, el método tiene como alcance central el diseño y la implementación de una unidad del libro AR Estructuras de datos y algoritmos: Una mirada desde la realidad aumentada.

Este trabajo en las secciones siguientes está organizado de la siguiente manera: En la sección 2, se presenta la fundamentación y características esenciales de la realidad aumentada (AR), complementada con los fundamentos de los libros AR y posteriormente se describe el método para el diseño e implementación de una unidad de un libro AR; en la sección 3 se describen aspectos relacionados con la metodología como las tecnologías utilizadas, características de la muestra, instrumentos de captura de datos y los métodos utilizados en el proyecto;; en la sección 4 se describen los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a través de los experimentos de registro de señales emotivas en el uso del libro AR a través de la interfaz cerebro-computador emotive insigth; finalmente, en la sección 5, se presentan las conclusiones del trabajo.

II. REALIDAD AUMENTADA

De acuerdo con Navarro [4], se entiende la realidad aumentada como una combinación visual de elementos reales y virtuales que interactúan entre ellos. En forma complementaria, la realidad aumentada se puede sintetizar como estar en un entorno real en el que se van a incluir elementos virtuales que lo enriquezcan.

Por otro lado, desde la perspectiva de Jonhson [5], se entiende la realidad aumentada como “la generación de imágenes nuevas a partir de la combinación de información digital en tiempo real y el campo de visión de una persona”; es decir, trae a la realidad la información virtual ya programada creando en el usuario la impresión de que lo virtual, puede estar presente en su mundo real.

A manera de integración de las definiciones previas, los autores asumen la postura de que la realidad aumentada es un escenario de integración visual de elementos reales y virtuales, a los cuales se acceden a través de imágenes enfocadas con un dispositivo de tipo Smartphone o Tablet. De acuerdo con la postura anterior, para que un producto de realidad aumentada funcione se necesitan los siguientes elementos:

- Elemento que capture las imágenes de la realidad (cámara de Smartphone o tablet o PC).
- Elemento donde se proyectan las imágenes reales con las virtuales (pantalla de smartphone o tablet o PC).
- Elemento de procesamiento el cual interpreta la información que recibe el usuario del mundo real, genera la información virtual según los requerimientos del software y mezcla lo real con lo virtual (software o hardware de un pc).

- Elemento para activar la AR ya sea GPS o marcadores de tipo RFID o códigos bidimensionales (QR) o cualquier elemento que sea capaz de suministrar una información equivalente a la que proporcionaría lo que ve el usuario.

A. Proceso de funcionamiento de la realidad aumentada.

El proceso que se lleva a cabo en el momento de integrar los elementos reales con los elementos virtuales en un escenario de realidad aumentada es el siguiente: En primera instancia, se observa al elemento que captura las imágenes en tiempo real, después el marcador o elemento que activa la AR, posteriormente dicho marcador es identificado orientándolo en un espacio tridimensional, después el marcador se asocia a la aplicación de software desarrollada y por último se muestra la interfaz de la aplicación desde la cual el usuario puede interactuar con el software [6].

B. Niveles de la realidad aumentada

La realidad aumentada cuenta con diferentes niveles clasificados según la complejidad y las tecnologías que implementan. Desde el punto de vista de [7], la realidad aumentada se puede categorizar en cuatro niveles (de 0 a 3):

- Nivel 0: Enlazado con el mundo físico en donde se escanea un marcador con el dispositivo y la aplicación redirige a una página web que contiene información del producto escaneado.
- Nivel 1: AR con marcadores, a diferencia del anterior después del reconocimiento del marcador se muestra un objeto 3D en el dispositivo.
- Nivel 2: AR sin marcadores donde las imágenes virtuales se superponen en las imágenes reales. Este nivel abarca el uso de marcadores por GPS donde se determina la localización del usuario para superponer “puntos de interés” sobre imágenes del mundo real.
- Nivel 3: Visión aumentada. Se refiere a dispositivos como Google Glass que son lentes de alta tecnología que permite al usuario tener una experiencia inmersiva y personal.

C. Libros con realidad aumentada (Libros AR)

Una de las aplicaciones de la realidad aumentada en la educación son los libros AR, los cuales se caracterizan porque mantienen las características del libro tradicional enriqueciéndolo con aplicaciones de realidad aumentada integrados a través de estrategias como el acceso a aplicaciones computacionales desde imágenes utilizadas como marcadores. En forma complementaria, a través de la realidad aumentada se pueden integrar contenidos educativos digitales a

los libros tradicionales de tal manera que un usuario del libro puede enriquecer su proceso de aprendizaje accediendo a videos, audios, presentaciones o aplicaciones interactivas con realidad aumentada.

D. Libros AR en educación superior

Los libros AR han sido utilizados en los diferentes niveles de educación; en forma particular, en educación superior se han realizado estudios que tienen como alcance el aprendizaje de conceptos más complejos al permitir un acercamiento a la realidad a través de una aplicación de software. De acuerdo con Cubillos [3], se identifican diferentes categorías de aplicaciones de AR que van desde sistemas de AR hasta Libros AR en educación superior. En cuanto a efectos en el aprendizaje, se han documentado estudios relacionados con mejoras en la retención cognitiva de los estudiantes en áreas como las habilidades espaciales, abordajes conceptuales y habilidades lingüísticas. [7],[8],[9],[10],[11].

E. Método para la construcción de una unidad de un libro AR

La integración de aplicaciones de AR en contextos de educación superior se realiza de manera experimental a través de sistemas de AR, laboratorios implementados con AR y libros AR. Particularmente, en los libros AR se identifican con frecuencia escenarios en los cuales se observa la ausencia de métodos que permitan dar madurez, disciplina, confiabilidad y rigor académico a la construcción de este tipo de material educativo digital. En forma específica, los autores al identificar la ausencia de métodos que guíen y orienten de forma disciplinada la construcción de Libros AR, adaptan conceptos relacionados con el proceso de desarrollo de software para diseñar y probar un método para la construcción de una unidad de un texto para educación superior, el cual puede ser replicado de forma sucesiva a las otras unidades o secciones del texto para contribuir de una forma disciplinada en la construcción de libros AR.

Como actividad previa inicial del método, se debe llevar a cabo una actividad de planeación en la cual se identifique el alcance central del libro AR y su nivel de descomposición a través de unidades, secciones o capítulos. Para cumplir este objetivo, se pueden responder las siguientes preguntas: ¿Cuál es el alcance central del libro AR? ¿Qué conceptos sobresalen en el tema a tratar?, de acuerdo a los conceptos; ¿En cuántos capítulos se puede dividir el libro? De esta manera, se tiene una visión clara de lo que se quiere lograr con el texto.

Posteriormente, se procede al diseño y construcción de cada unidad del libro AR a través de la aplicación del siguiente método:

1. Identificar el alcance y contenidos de la unidad

Una vez se tenga un esquema detallado de las unidades se procede a construir los contenidos propios de cada unidad definiendo secciones y subsecciones que le den un nivel de descomposición a los contenidos de la unidad.

2. Identificar los segmentos a enriquecer con realidad aumentada

El diseñador de la unidad debe identificar los segmentos del contenido que sean susceptibles de enriquecer a través de aplicaciones de realidad aumentada. Adicionalmente, es importante tener en cuenta que los segmentos a enriquecer son los posibles apartados en los cuales el estudiante o lector tiene mayor dificultad de comprender en el momento de la lectura e interacción con la unidad.

3. Implementar el marcador de cada segmento

Los marcadores son imágenes o códigos QR que permitan hacer el tránsito desde el libro hacia la aplicación con realidad aumentada. En forma específica, el acceso a la aplicación con realidad aumentada se hace a través del enfoque con un dispositivo con cámara como un Smartphone o una Tablet hacia la imagen utilizada como marcador. Es muy importante garantizar la calidad de cada marcador para que de la misma manera se asegure el enfoque del marcador y la visualización de la aplicación con realidad aumentada.

Si bien es cierto, algunas herramientas tienen buena aceptación en cuanto a la forma y contenido de los marcadores, otras son muy rigurosas cuando analizan las características del marcador. En forma específica, se deben tener en cuenta aspectos relacionados con el formato de la imagen, contraste de la imagen y patrones de repetición.

A continuación, se describen las fases para el proceso de diseño, implementación y prueba de marcadores:

3.1 Diseño: El marcador debe ser atractivo al lector y coherente con el contenido del segmento a enriquecer. Así mismo, tener suficientes detalles que enriquezcan el contenido de la imagen y proporcionen los colores adecuados para una visión cómoda del lector.

3.2 Implementación: Se debe implementar en la herramienta de AR seleccionada. Algunas de las herramientas tienen su propio motor de validación de marcadores indicando si éstos son buenos como objetivos de imagen para AR.

3.3. Prueba: Se comprueba que el marcador funcione, analizando características como: Permanencia de la

información virtual en el marcador y rapidez en el enfoque y activación de la AR.

4. Identificar interacciones del usuario en cada segmento

Se entiende como interacción la acción mutua entre el software AR y el usuario que lo utiliza. En una aplicación, las interacciones se dan cuando el usuario enfoca la cámara, presiona un botón, ingresa un texto o activa una casilla de verificación y el software reacciona frente a esta acción activando un video, abriendo una nueva pestaña o proporcionando cualquier tipo de funcionalidad.

En forma específica, se deben identificar las partes del segmento en las cuales el usuario va a interactuar con la aplicación y se debe describir el flujo de eventos que tendrá cada interacción.

5. Construcción del guion de cada interacción, diseño de cada interacción del segmento y objetos a integrar en la interacción.

Esta fase comprende básicamente la construcción de bosquejos que definan el alcance de las interacciones. Para ello, se escribe un guion que incluya cada una de las interacciones y las acciones de respuesta de las mismas. En ese orden de ideas, se especifica la información virtual que se quiere reflejar en la AR como objetos en 2D,3D, videos, localización y audios. Estos tipos de objetos se implementan dependiendo de la herramienta seleccionada.

6. Implementar cada interacción

El alcance de esta fase es implementar toda la información virtual definida de tal manera que explique el contenido de cada uno de los segmentos seleccionados por medio de herramientas de diseño las cuales exporten los formatos que acepte la herramienta AR.

7. Integrar la interacción a la unidad

El último paso de este método consiste en integrar cada uno de los segmentos con su respectivo marcador e interacción en la unidad que se está diseñando.

III. METODOLOGÍA

En la ejecución del proyecto se utilizaron las siguientes tecnologías VUFORIA, UNITY, BLENDER en el proceso de implementación, integración, e instalación de las aplicaciones de realidad aumentada, adicionalmente se utilizó un dispositivo ICC referencia Emotiv Insight para la captura de neuroseñales.

En cuanto a la captura de información se utilizaron instrumentos de tipo cuestionario para recopilar datos, pruebas.

Los experimentos fueron aplicados a una muestra de 5 estudiantes de sexo masculino con edad promedio de 21.6 de la asignatura Estructuras de datos y Algoritmos del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Pamplona – Colombia.

En forma complementaria, esta sección tiene como alcance describir los métodos utilizados en la ejecución del proyecto; particularmente, se describen el método para construir una unidad de un libro AR; posteriormente, se describe la aplicación y validación del método en la construcción de una unidad de un libro AR para educación superior y finalmente se describe la validación del método a través de la captura de neuroseñales de un grupo de estudiantes interactuando con una unidad del libro AR de la asignatura Estructuras de datos.

A. Método para la construcción de una unidad de un libro AR

El método está estructurado en las siguientes fases:

- Identificar el alcance y contenidos de la unidad.
- Identificar los segmentos a enriquecer con AR.
- Implementar el marcador de cada segmento.
- Identificar interacciones del usuario en cada segmento.
- Construcción del guion de cada interacción, diseño de cada interacción del segmento y objetos a integrar en la interacción.
- Implementar cada interacción.
- Integrar la interacción a la unidad.

B. Aplicación y validación del método en la implementación de una unidad del libro AR

Esta sección tiene como alcance aplicar el método descrito para construir una unidad del libro AR en la asignatura: Estructuras de datos dinámicos y algoritmos del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Pamplona.

1. Materiales

Inicialmente se realizó una exploración de las herramientas existentes para el desarrollo de AR y por medio de análisis de

las herramientas ARToolKit, NyARToolkit, FLARToolkit, ArUco, DroidAR, D’Fusion Studio Wikitude, SDK, Metaio SDK, Unity + Vuforia, se seleccionó la herramienta Vuforia SDK que se integra con Unity para crear aplicaciones AR. La decisión se basó en criterios como: usabilidad, conocimientos de librerías de desarrollo, facilidad de acceso a documentación, recomendaciones de otros autores [12], [13], [14] y completitud de la herramienta.

2. Aplicación y validación del método

En esta sección se aplica y utiliza el método en el desarrollo de cada uno de los pasos propuestos; particularmente, se aplica en la construcción de una unidad del libro AR para la asignatura Estructuras de datos dinámicos y algoritmos.

2.1 Identificar los alcances de la Unidad.

La unidad a desarrollar se titula: Listas, que son un tipo de estructuras de datos dinámicas y se dividen en cuatro (4) tipos de listas. Teniendo en cuenta que las listas son conceptos iniciales de la asignatura, se debe adicionar un capítulo introductorio que muestre el contraste entre las estructuras de datos estáticas y las estructuras de datos dinámicas. Según las consideraciones anteriores la estructura inicial de la unidad se compone de la siguiente manera:

- Capítulo 1: Introducción a las estructuras de datos dinámicas
- Capítulo 2: Listas enlazadas simples.
- Capítulo 3: Listas doblemente enlazadas.
- Capítulo 4: Listas circulares con nodo de encabezamiento.
- Capítulo 5: Listas doblemente enlazadas circulares.

En la estructura interna de cada uno de los capítulos se definen los conceptos propios del capítulo en una sección introductoria, se describen las operaciones básicas y se aplican los conceptos en un ejercicio de aplicación implementado en el lenguaje de programación JAVA. Adicionalmente, se escribe una serie de ejercicios propuestos para que el lector coloque en práctica lo aprendido en cada capítulo. De esta manera se define la estructura de las secciones de los capítulos de la siguiente manera:

- Introducción.
- Operaciones básicas.
- Ejercicio de aplicación.
- Ejercicios propuestos.

Adicionalmente, en esta fase se deben construir los contenidos de la unidad; con las estructuras identificadas previamente se definen los conceptos de cada segmento de la unidad.

2.2 Identificar los segmentos a enriquecer a través de realidad aumentada.

Los segmentos a enriquecer en todos los capítulos se identifican y se seleccionan teniendo en cuenta las debilidades que se presentan en el momento de desarrollar las competencias propias de cada tipo de listas; es decir, en la apropiación de los conceptos y las aplicaciones básicas en el fortalecimiento de las competencias de programación. Por estas razones, los segmentos identificados son: Sección de definición de conceptos y sección de ejercicio de aplicación. Esto indica que cada capítulo tendrá dos segmentos a enriquecer, por lo tanto, la unidad completa tendrá diez segmentos.

2.3 Implementar marcador de cada segmento.

Como se indicó anteriormente, la herramienta seleccionada es Vuforia. El SDK tiene un motor de reconocimiento de imágenes a las cuales les asigna una calificación de 0-5 estrellas indicando la calidad del marcador. Los requisitos básicos que deben tener los marcadores según esta herramienta son los siguientes:

- Rico en detalles.
- Buen contraste.
- Sin patrones repetitivos
- Formato PNG y JPG de 8 o 24 bits; menos de 2 MB de tamaño; Los JPG deben ser RGB o escala de grises (sin CMYK). [15]

De acuerdo a los criterios especificados para el diseño de marcadores, en la Fig. 1 se muestra uno de los marcadores diseñados para la unidad.

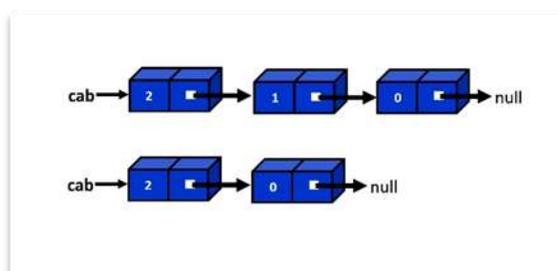


Fig.1 Marcadores capítulos 1 y 2.

2.3 Implementar el marcador de cada segmento

Se creó un usuario en la página de Vuforia (<https://developer.vuforia.com/vui/auth/login>) y se creó la base de datos para almacenar los marcadores.

En el proceso de investigación se pudo observar que los marcadores con calificación 4 y 5 responden de forma eficiente cuando se integra con la realidad aumentada. Para probar este paso con mayor detalle se debe tener construida por lo menos, la apk de un capítulo de la unidad que sirva como elemento de comprobación.

2.4 Implementar marcador de cada segmento.

En todos los segmentos las interacciones entre el usuario y el software se realizan de dos formas distintas. (1) Enfocar la cámara del celular al marcador para activar la AR y (2) Usar las casillas de verificación (Toggles) para activar los objetos correspondientes a cada segmento.

2.5 Construcción del guion de cada interacción, diseño de cada interacción del segmento y objetos a integrar en la interacción

De acuerdo a las necesidades de la interacción, se identificaron dos tipos de segmentos uno para la definición de conceptos y otro para la explicación del ejercicio de aplicación. En ambos casos se pretende usar un plano que sirva como pizarra o tablero que se ubique perpendicular al marcador. De esta manera se colocan en el plano las casillas de verificación que activan el resto del contenido AR. Posteriormente, se crea un guion en donde se escriben las definiciones en forma de tutorial con el objetivo de grabarlas en formato .mp3. Cuando se activen las casillas, también se activarán las grabaciones creadas anteriormente con lo cual se da paso a la reproducción de una serie de transiciones entre objetos 3D (cubo, texto, flecha) que dependen del contenido de los audios. Todas estas condiciones quedan explícitas en el guion.

2.6 Implementar cada interacción

De acuerdo a los guiones escritos, se crean objetos 3D como cubos a los cuales se les debe dar una textura que concuerde con la forma y color planteados en los marcadores. Unity permite crear objetos 3D y añadirle color a los mismos por medio de materiales, pero no permite personalizar las texturas y materiales de los objetos, motivo por el cual se diseñaron los cubos en Blender. Los planos, textos, audios y flechas mencionados se pueden implementar en Unity, así como las transiciones de dichos objetos. Para la implementación de las casillas de verificación se necesita una funcionalidad de Unity denominada Canvas la cual permite que el usuario tenga contacto con la pantalla del smartphone y pueda interactuar con las casillas definidas en el guion.

Se propone que en todos los segmentos se hace uso de tres elementos importantes: Un plano, un canvas y los objetos 2D, 3D o multimedia necesarios para la representación.

- El plano sirve para darle una mejor visibilidad al contenido teórico que se quiere mostrar al estudiante como definiciones o instrucciones en lenguaje de programación java.
- El canvas es una herramienta de interfaz de usuario (UI) que contiene todos los elementos que van a permitir al usuario interactuar con la aplicación pueden ser: botones, toggles (activadores) o entradas de texto. Para este caso en particular se utilizan toggles los cuales después de oprimir sobre uno de ellos se va a activar el objeto que se desea mostrar en pantalla.

La fig. 2 muestra la implementación de los elementos mencionados anteriormente y la fig. 3 visualiza el panel de animación presentado en dos instantes de tiempo.

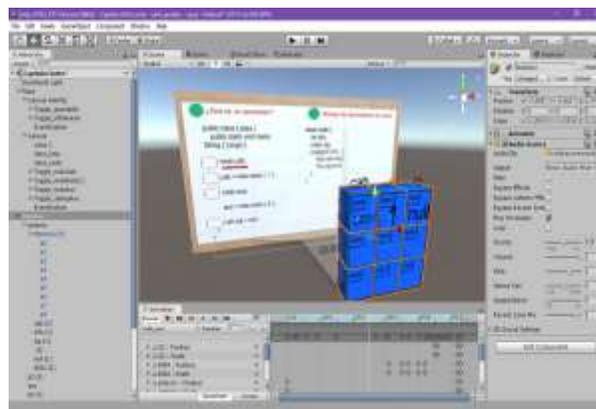


Fig. 2 Implementación en Unity de un segmento

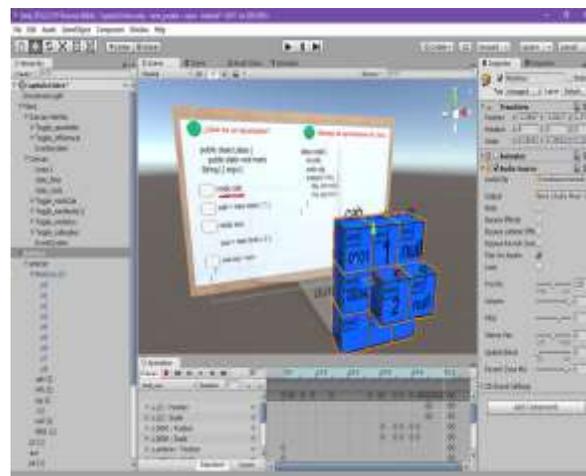


Fig. 3 Implementación de interacción en tiempo específico

2.7 Integrar interacción a la unidad.

Para integrar los marcadores creados y los elementos generados se genera una licencia de desarrollo y se integra a Unity.

Posteriormente, se debe configurar Unity para poder usar los servicios de Vuforia como se indica en la fig. 4.

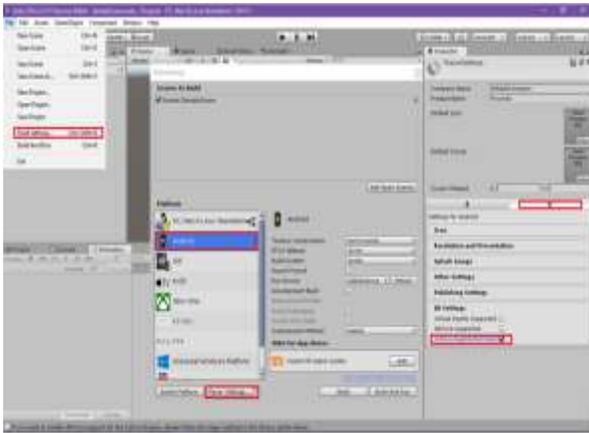


Fig. 4 Configuración básica de integración entre Unity y Vuforia

Al momento de activar Vuforia Augmented Reality se dará acceso a una serie de herramientas que se pueden encontrar en el Panel de objetos “GameObject” donde se colocarán todos los diseños y objetos que le darán vida a la aplicación AR los cuales tienen componentes propios de cada formato.

En la sección Vuforia Engine de la fig. 5 se puede observar:

- ARCamera

Reemplaza la cámara principal que trae por defecto Unity (Main Camera) y funciona como un activador de todo lo relacionado con realidad aumentada, es decir, que va a enfocar el marcador y los elementos que éste contenga, también se debe pegar la licencia generada anteriormente.

- Image:

Consiste en la definición de una imagen (jpg, png, rgb o escala de grises) con peso no mayor a 2Mg. Otra alternativa de marcador puede ser por medio de varias imágenes organizadas de forma geométrica (Multi Image), con forma de cilindro o cono (Cylindrical Image).

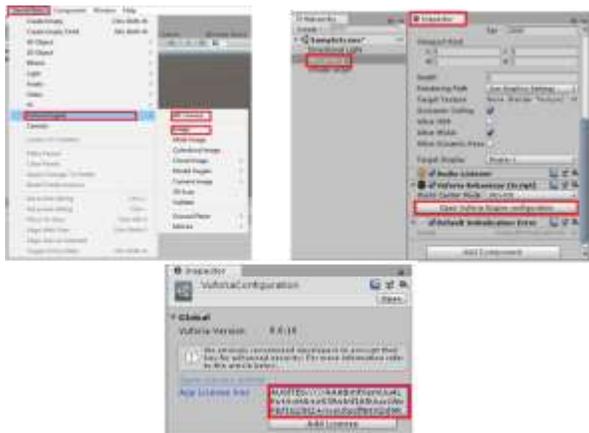


Fig. 5 Funcionalidades de Vuforia y configuración

Posteriormente, se asigna el marcador en el ImageTarget, se ubica en donde se encuentran los objetos correspondientes al marcador y se implementa la jerarquía entre los objetos y el Image Target. El propósito del último paso es que todo lo que contenga el ImageTarget se va a proyectar en el dispositivo móvil cuando se enfoque el marcador.

Finalmente, el resultado de la integración se visualiza en la fig. 6.

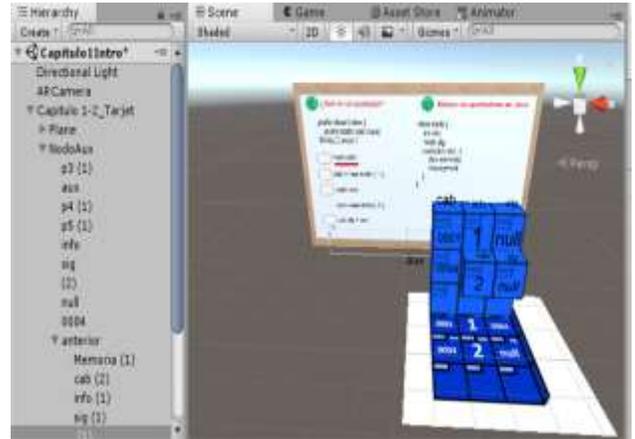


Fig. 6 Resultado de la integración

En forma complementaria, una vez realizado el proceso de integración se debe crear el aplicativo y finalmente instalar el aplicativo para que sea susceptible de descargar por el usuario o lector.

C. Registro de señales emotivas en el uso del libro AR estructuras de datos dinámicas: “el reto de aprender a través de un libro ar”

La validación del método propuesto se llevó a cabo a través de un experimento de captura de neuroseñales a través de la interfaz cerebro computador Emotiv Insight en el cual una muestra de estudiantes de la asignatura Estructura de datos interactúan con una unidad del Libro AR.

El proceso de captura de señales emotivas se lleva a cabo a través del uso de dispositivos con interfaces ICC (Interfaz cerebro computador) los cuales procesan y capturan señales eléctricas emitidas por el cerebro permitiendo estimar algunos datos del usuario, dentro de los cuales se pueden destacar tres categorías: referencias emotivas, expresivas y algunos datos cognitivos.

En forma particular, el dispositivo utilizado para la captura de las señales emotivas es el emotive insight, el cual permite gestionar las medidas básicas de desempeño mental en variables como: Compromiso, estrés, interés, foco, relajación y excitación.

Este dispositivo proporciona un software capaz de analizar seis 6 medidas de estado mental, las cuales se definen a continuación:

Interés

Grado de atracción o rechazo de la actividad que se está ejecutando.

Compromiso

Requiere los procesos de atención y concentración en conjunto y adicionalmente mide qué tan inmerso se encuentra el usuario en el experimento.

Estrés

Mide el grado de comodidad que se presenta en el experimento.

Relajación

Capacidad que tiene el cerebro de alcanzar un estado tranquilo.

Excitación

Grado de entusiasmo emocional y de alerta que se presenta mental y físicamente.

Concentración

Grado de atención que se mantiene en una tarea fijamente.

En cuanto al procedimiento utilizado para la captura de las señales emotivas en la interacción de la muestra de estudiantes con el libro AR se procedió de la siguiente manera:

Se solicitó a una muestra representativa de estudiantes del curso de Estructuras de datos y Algoritmos leer el primer capítulo del libro tradicional “Estructuras de datos dinámicos: El reto de aprender a través de un libro AR” y responder un instrumento sobre el contenido del capítulo. En forma paralela, a cada uno de los estudiantes se le configuró el dispositivo Emotiv Insight con el fin de capturar las señales emotivas durante el experimento.

En una segunda sesión, se solicitó a cada uno de los estudiantes que participaron en la primera sesión leer e interactuar con el capítulo 1 del libro AR “Estructuras de datos dinámicos: El reto de aprender a través de un libro AR” y responder un instrumento sobre el contenido del capítulo. En forma paralela, cada uno de los estudiantes se le configuró el dispositivo Emotiv Insight con el fin de capturar las señales emotivas durante el experimento.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos del experimento se pueden visualizar parcialmente en la fig. 7.



Fig.7 Vista general de variables emotivas

En forma complementaria, cada una de las variables emotivas se puede desagregar como se muestra en la fig. 8 para la variable stress. Específicamente, la fig. 8 hace un análisis sobre una variable particular tomando como 100% el valor obtenido anteriormente y sobre ese, divide en porcentajes de categorías muy estresado, medianamente estresado y poco estresado, de la misma manera es aplicable a las cinco medidas restantes.



Fig. 8 Vista variable stress de un estudiante

Los resultados de la captura de las señales emotivas a través del ICC emotiv Insight se pueden observar en la fig. 9.

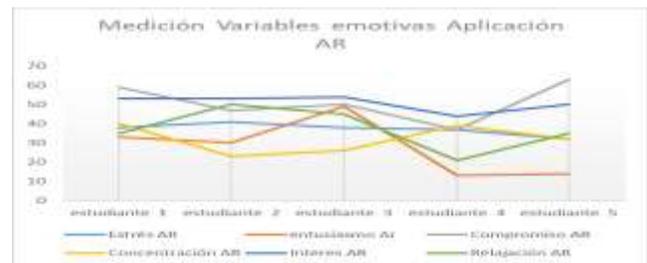


Fig. 9 Medición variables emotivas Libro AR

Como resultado del análisis comparativo del nivel de las variables emotivas en un experimento de lectura en un texto tradicional comparado con la lectura e interacción de un libro AR se pueden destacar los siguientes hallazgos:

- El entusiasmo en un 50% de la población aumenta de la lectura en el libro AR con respecto a la lectura en un texto tradicional.
- El compromiso en un 50% de la población aumenta de la lectura en el libro AR con respecto a la lectura en un texto tradicional.
- El interés en un 66% de la población aumenta de la lectura en el libro AR con respecto a la lectura en un texto tradicional.
- La relajación en un 50% de la población aumenta de la lectura en el libro AR con respecto a la lectura en un texto tradicional.

V. CONCLUSIONES

Las tecnologías de visión, particularmente la realidad aumentada y la realidad virtual se han convertido en habilitadores digitales que permiten innovar los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de la implementación e integración de contenido educativo digital con características de inmersión e interacción en ambientes de aprendizaje.

Los libros AR son instancias de contenidos educativos que integran elementos reales (libro físico) con elementos aumentados (aplicaciones de AR) en ambientes de aprendizaje permitiendo incrementar indicadores de motivación, interés en la utilización de recursos educativos.

El uso de métodos de implementación en el diseño de aplicaciones tecnológicas con tecnologías emergentes permite dar mayor disciplina, madurez y confiabilidad en los proyectos de desarrollo de este tipo de productos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas, existe una disminución de 1.58 % en el nivel de stress de los estudiantes al interactuar con un libro AR con respecto a los niveles registrados en la interacción con el libro tradicional.

En cuanto al nivel de relajación y de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas, existe un aumento del 0.54% en la relajación del estudiante con respecto a los niveles registrados en la interacción con el libro tradicional debido probablemente a la sensación de control sobre la aplicación del lector.

Los libros AR permiten elevar el nivel de la variable emotiva interés con respecto a la lectura de libros tradicionales en educación superior al aumentar los niveles de interacción y de inmersión en los estudiantes.

Los libros AR se convierten en una estrategia de alta importancia en el diseño de entornos educativos para modelos virtuales en los cuales se necesiten prácticas de laboratorio las cuales se pueden incorporar a través de aplicaciones que simulen dichas prácticas y al mismo tiempo puedan ser susceptibles de acceder a través del mismo entorno. De igual manera, la incorporación de tecnologías emergentes como la realidad aumentada, la realidad mixta y la realidad virtual en el contexto de la educación superior permite innovar los entornos virtuales de aprendizaje y adaptarlos a las características de la industria 4.0.

Las aplicaciones con realidad aumentada se convierten en una excelente oportunidad para incorporar características de interacción, inmersión y utilización de escenarios virtuales a través de aplicaciones de software que permitan el teletrabajo y el aprendizaje virtual en las condiciones actuales que viven nuestros países.

REFERENCIAS

- [1] M. Rojas, M. Sanchez, W. Guerrero (2015). Diseño de un modelo de Arquitectura empresarial para el macroproceso de gestión académica de la Universidad de Pamplona. Revista Colombiana de tecnologías de Avanzada. Volumen 2 número 26 2015.
- [2] R. Mendoza, M. Rojas, L. Esteban. (2016). Gestión de alcance en proyectos de desarrollo de videojuegos. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada. Volumen 1 Número 27 2016.
- [3] Cubillo Arribas, Joaquín, & Martín Gutiérrez, Sergio, & Castro Gil, Manuel, & Colmenar Santos, Antonio (2014). RECURSOS DIGITALES AUTÓNOMOS MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 17(2),241-274.[fecha de Consulta 19 de Junio de 2020]. ISSN: 1138-2783. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3314/331431248012>
- [4] F. Navarro, A. Martínez, J.Martinez. 2019. Realidad virtual y Realidad aumentada. Desarrollo de aplicaciones. Editorial RA-MA. Ediciones de la U. Bogotá.
- [5] Johnson, L., Gago, D., Adams Becker, S., Estrada, V., & Martín, S. Perspectiva Tecnológica para la Educación en América Latina 2013-2018: Análisis Regional del informe Horizon NMC. Austin, Texas: The New Media Consortium. Obtenido de https://issuu.com/lredlich/docs/2013-2018_perspectivas_tecnologica4
- [6] Kipper, G., & Rampolla, J. 2013. Chapter 2 - The Types of Augmented Reality. En Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR (págs. 29-50). Waltham, Massachusetts, USA: Elsevier, Inc. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781597497336000024>
- [7] Andreas D'unser, Lawrence Walker, Heather Horner, y Daniel Bentall. Creating interactive physics education books with augmented reality. En Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, OzCHI '12, pág. 107-114, New York, NY, USA, 2012b. ACM. ISBN 978-1-4503-1438-1.
- [8] Tzung-Jin Lin, Henry Been-Lirn Duh, Nai Li, Hung-Yuan Wang, y Chin-Chung Tsai. An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. Computers & Education, 68(0):314 – 321, 2013. ISSN 0360-1315.
- [9] Jorge Martín-Gutiérrez, José Luis Saorín, Manuel Contero, Mariano Alcáiz, David C. Pérez-López, y Mario Ortega. Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. Computers & Graphics, 34(1):77 –91, 2010. ISSN 0097-8493.

- [10] Brett E. Shelton y Reed R. Stevens. Using coordination classes to interpret conceptual change in astronomical thinking. En Proceedings of the 6th International Conference on Learning Sciences, ICLS '04, p'ag. 634–634. International Society of the Learning Sciences, 2004.
- [11] T.-Y. Liu. A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. Journal of Computer Assisted Learning, 25(6):515–527, 2009. ISSN 1365-2729.
- [12] J. Lobo, D. Rico (2015). Reconocimiento de patrones: fase de pruebas en software de acceso a información institucional basado en realidad aumentada. Puente, 39-44.
- [13] M. García, J. Vargas. (2017). Videojuego de pirámide holográfica con realidad aumentada y control de avatar por mando embebido. Tecnología Educativa, 12-23.
- [14] N. Salazar. (2019). Análisis comparativo de librerías de realidad aumentada. Sus posibilidades para la creación de actividades educativas. (Trabajo final de especialización). La plata, Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/76545>
- [15] Vuforia. (2018). Vuforia Developer. Obtenido de <https://library.vuforia.com/articles/Solution/Optimizing-Target-Detection-and-Tracking-Stability#attributes>
- [16] M. Rojas, C. Peña, S. Cañas. (2020). Captura de neuroseñales con Interfaz Cerebro-Computador para estimar el nivel de variables emotivas en la usabilidad de libros con realidad aumentada. LACCEI.
- [17] M. Rojas, O. Portilla. 2019. Arquitectura para entornos virtuales de aprendizaje soportado en Universidad 4.0. XVII LACCEI International – Multiconferencie for Engineering, Education and technology. Jamaica. 2019.