

Evaluación de un sistema de Realidad Aumentada para el Entrenamiento de Auxiliares de Odontología.

Por:

Hugo Hernán Henao Hernández.

Un proyecto de investigación presentado a la Escuela de Ingeniería,
de conformidad con los requisitos exigidos para el grado de
Magister en Ingeniería con énfasis en Informática.

Universidad EAFIT
Escuela de Ingeniería
Departamento de Informática y Sistemas
Maestría en Ingeniería
2017

ABSTRACT

La Realidad Aumentada (R.A), tomada como un área aplicada de las TIC's, ha contribuido durante los últimos años al avance y fortalecimiento de diferentes disciplinas. Una aplicación muy importante consiste en aportar a los estudiantes escenarios para el entendimiento de conceptos permitiendo visualizarlos de una manera interactiva, facilitando así adquirir ciertas destrezas motrices y mentales. El propósito de este trabajo es evaluar la Realidad Aumentada como herramienta en el entrenamiento de personas adultas en la adquisición de habilidades cognitivas para llevar a cabo una tarea en el sector empresarial, utilizar la RA en ambientes virtuales de aprendizaje que permitan a los futuros técnicos y tecnólogos entrenarse en ciertas tareas que en un momento dado exigen una alta infraestructura, costosas o de difícil adquisición para las entidades de formación quienes tienen una responsabilidad alta con el sector empresarial y formar trabajadores altamente calificados.

RESUMEN

En este trabajo se describen los resultados de utilizar un sistema de Realidad Aumentada para el entrenamiento de auxiliares de odontología en el llenado de odontogramas. El sistema construido permite al usuario observar un modelo realizado en 3D y luego llenar el odontograma respectivo. El simulador evalúa las respuestas del estudiante; además el sistema o simulador diseñado para el experimento permite ser reutilizado en ambientes virtuales de aprendizaje tantas veces como sea necesario hasta lograr un buen dominio de la tarea a realizar.

PALABRAS CLAVE—Realidad Aumentada, Auxiliares de Odontología, OVA, AVA, E-learning, Competencias laborales

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. TRABAJOS RELACIONADOS	7
3. NUESTRO TRABAJO	18
3.1. Diseño y construcción del sistema	22
4. EXPERIMENTOS	23
5. RESULTADOS	27
6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	30
REFERENCIAS	35

1. INTRODUCCIÓN

Los auxiliares de odontología toman importancia en el sector empresarial de la salud oral por ser quienes toman los dictados que hacen los odontólogos y transcriben dichas ordenes al odontograma, donde queda registrada una parte de la información de la boca del paciente, detallando entre las piezas dentales, cuáles han sido intervenidas, y de cuales carece el paciente. Este documento sirve como un historial médico en otras áreas. Además, el odontograma es utilizado como sistema de identificación de una persona. La realización de esta tarea requiere de una gran precisión en un formato preestablecido y avalado a nivel mundial.

Una habilidad esencial en la formación de todo auxiliar de odontología consiste en la realización o llenado del odontograma o carta dental de los pacientes. Con los odontogramas los odontólogos llevan el historial de los pacientes/clientes, este proceso se hace al inicio de cualquier tratamiento odontológico y va cambiando a medida que el profesional realiza las intervenciones en la cavidad bucal. En el odontograma están dibujadas todas las piezas dentales con sus secciones, y el auxiliar marca la patología que tenga el paciente en el momento de la valoración que realiza el odontólogo. Adicionalmente en dicho odontograma se registra el

avance de las intervenciones que el profesional de la salud oral hace a lo largo del tratamiento.

El desarrollo de esta habilidad se logra mediante la práctica realizando el llenado de diferentes cuadros “clínicos” que los profesores o instructores hacen conjuntamente con los estudiantes. Sin embargo, esta metodología conlleva ciertas dificultades. Una de ellas es el tiempo corto para adquirir la destreza en los salones de entrenamiento; ciertos estudiantes no logran adquirir la habilidad de llenar el odontograma de manera rápida y correcta en los espacios de tiempo cortos que hay en los ambientes de formación asignados. Por ello la utilización de herramientas informáticas para el entrenamiento de estas personas es de gran utilidad, ya que brindan al estudiante un aprendizaje a su ritmo y entregando una evaluación en tiempo real del trabajo realizado, permitiendo también evaluar tiempo invertido en el proceso.

La Realidad Aumentada es una tecnología que permite complementar la percepción de espacios y la interacción con los mismos de una forma diferente, ya que el usuario percibe el entorno real, pero con datos u objetos virtuales adicionales generados por sistemas informáticos. En general, el usuario alcanza un mejor entendimiento de conceptos y significados. Esta tecnología está siendo cada vez más utilizada en nuevas áreas entre las que contamos el entretenimiento, información y la georreferenciación, entre otras. La academia también la ha

adoptado para brindar herramientas a los estudiantes para que comprendan mejor ciertos conceptos. En la industria se utiliza la Realidad Aumentada con frecuencia para la creación de manuales que asisten a los trabajadores en tareas cotidianas [12] [13].

En este estudio se describe el impacto de un sistema de Realidad Aumentada para el desarrollo de la habilidad del llenado de los odontogramas en auxiliares de Odontología. Los contenidos y teorías son de libre aplicación por parte de profesores y, utilizando el sistema propuesto, las prácticas y entrenamiento las podrán hacer los estudiantes desde lugares diferentes a las instalaciones donde estudian al disponer de una plataforma Web que le proporciona los modelos en 3D. Adicionalmente los estudiantes pueden marcar en el odontograma virtual las patologías encontradas y; al final de la sesión de aprendizaje, la herramienta proporciona el resultado de su desempeño en cuanto a ciertos parámetros así como el tiempo empleado.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

El Ministerio de Educación Nacional colombiano ha venido desarrollando proyectos que buscan integrar nuevas metodologías y tecnologías. En particular se convoca al desarrollo de Objetos Virtuales de Aprendizaje u OVA's para fortalecer el

repositorio disponible actualmente en el país, muestra de ello son la gran cantidad de Bootcamps al que convocan por medio de su página oficial [21].

Para el 2007 la cita fue para las universidades que debían proveer de este tipo de material con el fin de aplicarlo como proyectos de aula. Estos objetos son utilizados por los estudiantes en la campaña computadores para educar que llegan a las diferentes instituciones educativas públicas con una serie de programas preinstalados para áreas de conocimiento como matemáticas, español, historia, ciencias naturales, idioma ingles entre otras, contribuyendo a lo que se le conoce como sociedad digital [23].

La universidad de Antioquia se suma a la creación y distribución de OVA´s al disponer de un banco de materiales para elaborar o reestructurar materiales educativos y así apoyar a profesores, diseñadores instruccionales, estudiantes, grupos de investigación fomentando el auto estudio. [22], visitando su portal Web en la sección de ciencias de la salud, luego en odontología, vemos que solo aparece un material disponible para Odontopediatria.



Figura 1. Objeto Virtual de Aprendizaje MINTIC- Colombia

La Realidad Aumentada se ha utilizado para educación y entrenamiento en diversos ámbitos. En el laboratorio de Realidad Virtual de la Universidad EAFIT se han utilizado diversos sistemas de Realidad Aumentada para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Cálculo en Varias Variables [1] [2]. Los resultados que se reportan en dicho artículo muestran que los estudiantes logran niveles más profundos de comprensión cuando utilizan el sistema en combinación con un marco pedagógico adecuado. Un sistema similar fue utilizado simulando sesiones de enseñanza a distancia [3], y se reporta que los niveles de aprendizaje de los alumnos son similares, utilizando el sistema de Realidad Aumentada distribuido, y aquellos obtenidos por los estudiantes en sesiones presenciales.

La Realidad Aumentada se ha utilizado también en entrenamiento y en procesos de enseñanza-aprendizaje en otros ámbitos como lo hace la empresa <http://www.ar-books.com> [5] donde las personas utilizando equipos informáticos dotados con una

cámara web, ven sobre las páginas de los libros contenidos virtuales. De esta manera cada página tiene una descripción y su complemento virtual algunos con experiencias inmersivas. La figura 2 muestra tres de sus productos comerciales con altos componentes de enseñanza como anatomía, maquillaje corporal y perspectiva axonométrica.

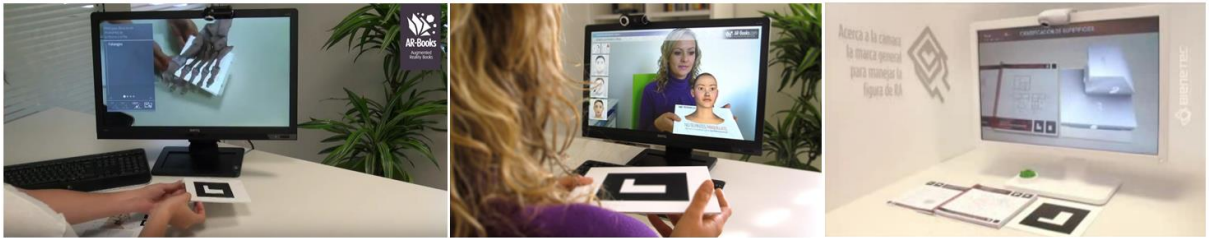


Figura 2. AR-Books con aplicaciones educativas

Universidades de primer nivel, como Massachusetts Institute of Technology (MIT) [6] y Harvard, están desarrollando en sus grupos de investigación aplicaciones de Realidad Aumentada, desde juegos donde buscan que los estudiantes involucren contenido virtual en situaciones reales por medio de visitas guiadas por museos utilizando dispositivos móviles como teléfonos y tabletas como lo ilustra la figura 3 en una visita al zoológico y explorando el campo abierto.



Figura 3. Página del MIT con algunos de sus proyectos “Games for Elearning”

(<http://education.mit.edu/projects/games>)

El centro de Estudios sobre Innovación y Dinámicas Educativas (CEIDE) [7] reporta un número importante de trabajos agrupados en páginas de organismos que buscan utilizar la tecnología RA en el sector de la educación en todos los niveles, desde el pre-escolar hasta universitario de todo el mundo. En estos estudios se plantean las dificultades del sector empresarial al no encontrar personal capacitado en diferentes áreas [8]. Esta tendencia se ha posibilitado, en parte, debido a la evolución que han tenido los dispositivos móviles, al tener mayor capacidad de procesamiento y con la posibilidad de mostrar contenidos desde diferentes fuentes y en formatos que van desde el texto, sonido, animación y video con una variedad de formatos mayor, así como al permitir la colaboración por medio de Chat, y mensajes [9] [13]. Estos trabajos están haciendo evolucionar la RA hasta el punto de no requerir patrones o marcadores para el llamado de contenidos digitales utilizando dispositivos móviles [10].

La universidad del país Vasco con su grupo de investigación Multimedia –EHU ha publicado desde el año 2000 diferentes materiales orientados hacia la incorporación

de nuevas tecnologías [14], entre ellas la RA, desde la explicación de sus orígenes, materiales, como aplicaciones.

Como lo describe el Dr. Harold Álvarez Campos [24] en su publicación sobre la aplicación de Realidad Aumentada en la enseñanza de ciencias navales. Este tipo de técnicas aportan valor agregado al aprendizaje cuando los estudiantes interactúan con los modelos en 3D de los barcos combinando, en un espacio real, información extra sobre medidas, significados. Cuando el estudiante manipula los objetos y los explora hace que su aprendizaje sea directo y rápido de asimilar. Es así como los militares se ven beneficiados por la RA al practicar la ubicación geoespacial en aviones, submarinos, barcos y carros; la tripulación de naves guiados en planos virtuales controlados; la observación de factores físicos como el movimiento parabólico al disparar cierto tipo de munición. Los anteriores son valores agregados que en la vida cotidiana no se pueden observar o practicar por los factores naturales y económicos al tener acceso restringido a este tipo de tecnologías.

Tobar [25] reporta lo siguiente respecto a la relación de Realidad Aumentada y los objetos virtuales de aprendizaje: “En Colombia se desarrollaron investigaciones que muestran la aplicación de metodología mixta para el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada: la misma que muestra resultados que afectan de manera positiva al proceso de aprendizaje debido a que no solo es

funcional para ser aplicada en OBJETIVOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE (OVA'S) tipo páginas web y software de escritorio sino que también puede ser usada para crear OVA's que utilicen tecnologías emergentes como lo son la realidad aumenta en dispositivos móviles”.

Tras el estudio realizado por los estudiantes de la Universidad de Cartagena, que realizaron una propuesta metodológica para la construcción de objetos virtuales de aprendizaje basados en Realidad Aumentada en la Facultad de Odontología, permitieron obtener los siguientes resultados tras la encuesta de los estudiantes que hicieron uso de la aplicación, cabe mencionar que para este proyecto se tomó una muestra significativa correspondiente al 40% de los estudiantes regulares de tercer semestre resumidos en los siguientes aspectos.

El tiempo utilizado por la aplicación para la detección del marcador y la visualización de la pieza dental se midió teniendo en cuenta varios ítems para evaluación de la percepción de los estudiantes con respecto a este aspecto y se obtuvo que el 60% consideró la aplicación como rápida, el 40% normal y 0% lenta. Los modelos 3D implementados corresponden a las piezas dentales reales. El 85% consideró que si, 15% dijo que no.

El contenido informativo fue considerado apropiado por el 85% y no apropiado por el 15%. La evaluación con respecto al contenido informativo fue considerada

pertinente por el 85% y no pertinente por el 15%. El contenido evaluativo fue considerado de alta dificultad por el 7%; 14% consideró que era de mediana dificultad y al 79% les pareció que tenía una dificultad baja. Se debe tener en cuenta que estos contenidos evaluativos fueron desarrollados con ayuda del docente y aplicados luego de que los estudiantes utilizaran los OVA's.

En términos del nivel de satisfacción en el uso de la aplicación. 45% dijeron estar muy satisfechos, frente al 55% que dijo estar satisfecho. Las otras dos opciones de evaluación eran insatisfecho y muy insatisfecho pero ningún estudiante seleccionó estas opciones. Los estudiantes que dijeron estar solamente satisfechos escogieron esa opción porque deseaban que el OVA fuera táctil, característica que posteriormente fue agregada.”

Las instituciones educativas de orden superior y para el trabajo buscan un alto reconocimiento a nivel nacional que les permita competir con calidad, por ello se esmeran en mejorar el nivel académico en sus programas [19]. Muestra de ello es la universidad de Cartagena, Colombia donde se han creado herramientas tecnológicas para el área de endodoncia según se describe en el trabajo desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje para el estudio de la anatomía de órganos dentales en la facultad de odontología de la universidad de Cartagena [20], donde evidencian la dificultad para obtener pacientes con problemas reales para el estudio y aprendizaje.

Los profesores utilizan medios tradicionales como textos, fotografías, ilustraciones, ayudas auditivas, didácticas y videos comunes como interactivos donde se puedan apreciar piezas dentales con cierto detalle en la relación perspectiva/profundidad.

Si bien estos materiales ayudan a proyectar conceptos, se quedan cortos por no contar con un aprendizaje didáctico ocasionando hasta deserción escolar por no ser lo suficientemente claras o por requerir que los estudiantes inviertan gran cantidad de tiempo para lograr una curva de aprendizaje adecuada en el proceso. Es precisamente este tiempo el que no está disponible en los claustros educativos.

Con la realización de los objetos virtuales de aprendizaje OVA's se suplen otras necesidades de la universidad al reutilizar los objetos en diferentes momentos como morfología, anatomía, fisiología de la pulpa dental entre otros, apoyados en realidad aumentada con dispositivos móviles.

Por el momento se encontró que para este trabajo la documentación más cercana es la publicada por la universidad de Cartagena, donde se han desarrollado objetos de aprendizaje para la facultad de odontología y se observa una gran evolución durante sus trabajos al mostrar desde desarrollos sencillos hasta trabajar con dispositivos móviles con el fin que los estudiantes puedan utilizar los OVA's fuera de la universidad. En el trabajo “desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje como

apoyo al estudio de la endodoncia en la facultad de odontología de la universidad de Cartagena” incorporaron diferentes tecnologías a nivel de software para articular los diferentes elementos virtuales en los modelos, grabaciones de audio para completar los conceptos, y evaluaciones que ayudan al estudiante a verificar lo aprendido mientras se utiliza el OVA [27]. En este trabajo se centran en la experiencia de usuario y en la aceptación de la aplicación en los estudiantes, pero en la pregunta 10 de su encuesta hacen referencia al aprendizaje arrojando un 100% de afirmaciones a que este tipo de tecnologías si es de ayuda y apoyo en el proceso de enseñanza. Se resalta que este trabajo además posee una cartilla guía para la materia y que el objeto es solo un apoyo para contribuir al aprendizaje. De los trabajos publicados por esta universidad, el citado en [27] es el que muestra un grado mayor de madurez y se puede seguir tomando como referente al documentar una curva de aprendizaje ya que une diferentes disciplinas en el campus desde desarrolladores, odontólogos como diseñadores e investigadores.

Las pocas herramientas dispuestas para el entrenamiento en el llenado del odontograma usadas son el tradicional mediante dictados, la utilización de fotografías de algunas historias dentales, hasta modelos en 3D [17] preestablecidos que se instalan en un sistema de computación tipo escritorio pero que por su poca variedad de modelos y que no permiten agregar nuevos casos clínico se pierde el interés al poco tiempo por parte de los estudiantes.



Figura 4. Modelado y texturizado de piezas dentales

Dichas aplicaciones informáticas se basan en la necesidad de incluir nuevos estilos de aprendizaje/enseñanza que ayuden a los instructores en su labor de gestionar el aprendizaje y habilidades [18] y a los estudiantes al disponer de un espacio para adquirir habilidades según su tiempo y ritmo de aprendizaje.

“El poder mostrar la información a cada alumno y que este pueda navegar a través de ella, interactuar... fomenta la memoria visual y facilita la comprensión de los temas. Con la gran cantidad de aplicaciones disponibles se permite al estudiante dar rienda suelta a su creatividad... reforzando la motivación a la hora de aprender.” [28].

En el sector de aplicaciones móviles se tienen a disposición gran variedad de programas para el sector de odontología gratuitas para la educación organizadas por disciplinas prevaleciendo las de promoción y prevención de la salud oral, luego las de farmacología y anatomía centrándose en imágenes y animaciones del cuerpo humano entre las que hacen referencia al llenado del odontograma tenemos a

DentalChart Pocket Diseñada por la empresa Minimente [29], esta aplicación tiene como función llevar de manera digital un odontograma y su simbología. Se puede utilizar en pacientes reales o a manera de práctica en ambientes académicos.

La aplicación “Dentist App” [29] cuenta con una variedad de casos clínicos que ayudan a los profesores para plantear casos de estudio a los estudiantes entre otros tópicos. Fue desarrollado por Abd Muhammad.

3. NUESTRO TRABAJO

Las tendencias tecnológicas nombradas en la realidad aumentada 2.0 del trabajo publicado por Mark Billinghurst[26] indican que la rápida y amplia difusión de los dispositivos móviles y su incorporación de cámaras digitales han hecho que se incremente la demanda de contenidos para realidad aumentada. Si bien un factor en contra que estos pequeños dispositivos tienen es su baja capacidad de almacenamiento, la solución es el usar el canal de Internet para traer o suministrar los contenidos digitales demandados.

La evolución de la RA también se observa en que ya no es indispensable un patrón de color blanco y negro para que este sea identificado por el móvil a través de la

cámara y superponer los nuevos contenidos, ahora las incorporaciones de GPS hacen que, con solo detectar unas coordenadas en un móvil, el móvil por medio de la red de Internet busque los contenidos asociados a dicho lugar y mostrarlos en pantalla.

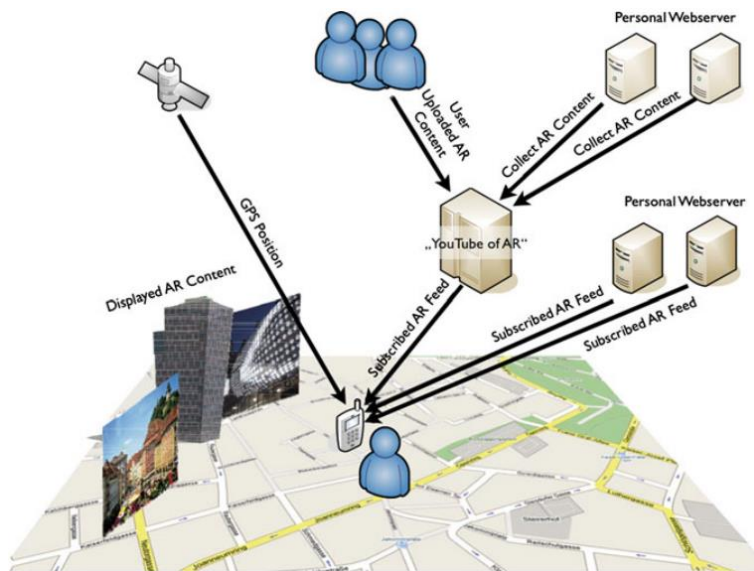


Figura 5, tomada del trabajo Mark Billinghurst describiendo “Data flow of end-user provided content in an Augmented Reality 2.0 scenario. (Image courtesy of Graz University of Technology)”

Utilizando diversos lenguajes de programación, tanto comunidades de software libre como casas propietarias cada día lanzan versiones de plataformas o complementos para que los contenidos digitales se desplieguen rápidamente usando la poca capacidad de procesamiento de algunos dispositivos móviles. Ahora el desarrollador tiene un gran abanico de posibilidades para crear contenidos que van desde lo lúdico, entrenamiento, simuladores hasta ventas por catálogo.



Figura 6, tomada del trabajo Mark Billinghurst describiendo “QR-code based AR advertising application. (Image courtesy of Graz University of Technology)”

El trabajo citado documenta el creciente uso, por parte de las ciudades digitales al desplegar la infraestructura de hardware en zonas de uso común como parques, kioscos digitales, calles; las disposiciones de estos puntos de acceso a Internet hacen que personas del común puedan consumir contenidos digitales que enlazan los patrones.

Para realizar el experimento se inició con la construcción un sistema de Realidad Aumentada para ser usado desde plataformas virtuales de aprendizaje como Moodle¹ y Blackboard², esto con el fin que los estudiantes pudieran desde sus casas o bibliotecas públicas utilizar la plataforma e-Learning y con la ayuda de una cámara tipo Webcam instalada pudieran practicar y evaluar su curva de aprendizaje con la herramienta dispuesta en el curso y comparar los resultados con los estudiantes que no disponían de dicha herramienta.

¹ <https://moodle.org/?lang=es>

² <http://lac.blackboard.com/>

El sistema se implementó utilizando diferentes scripts de lenguajes como PHP³, JavaScript⁴ y algo de ActionScript de Adobe Flash⁵. Los modelos 3D fueron realizados en Blender⁶ y renderizados de manera que fueran lo suficientemente rápidos para ser transmitidos por un ancho de banda promedio que utilizan los estudiantes como son de 2Mbits de velocidad, pero que la calidad de la imagen en los modelos 3D no se perdiera ya que estos modelos debían mostrar las patologías sin generar distracciones y que alteraran el resultado a la hora de evaluar.

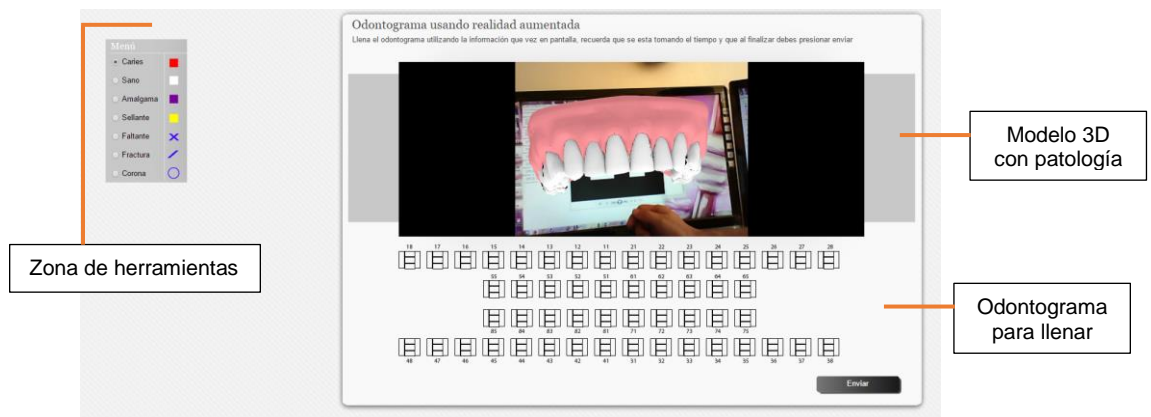


Figura 7: Entorno del entrenador.

El sistema fue diseñado para mostrar al estudiante una serie de herramientas con la simbología propia utilizada para llenar los odontogramas, una primera situación clínica de odontología con un contador de tiempo y en la parte inferior un odontograma universal para que mediante la utilización del mouse permita marcar

³ <https://secure.php.net/>

⁴ <https://www.javascript.com/>

⁵ <http://www.adobe.com/products/flashruntimes.html>

⁶ <https://www.blender.org/>

el cuadro clínico presentado, al igual que un botón para terminar la evaluación (Enviar), que al ser presionado muestre una estadística de su rendimiento en cuanto al tiempo tardado como de los aciertos obtenidos. Después de esto el estudiante puede salir del entrenador o volver a practicar, pero se le presenta otro caso diferente al anterior, esto debido a una base de datos aleatoria que se dispone con el fin de lograr un mejor entrenamiento de los estudiantes.

3.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

Una característica de los contenidos apoyados por RA, es que los usuarios deben instalar programas en sus ordenadores o dispositivos para que los objetos y/o componentes virtuales puedan desplegarse adecuadamente en la pantalla. Para el experimento, sin embargo, lo que buscábamos era lograr que usuarios que no son propiamente nativos digitales pudieran utilizar el entrenador para mejorar sus destrezas, así que por ello decidimos utilizar componentes de Adobe Flash donde aparece solo una pequeña ventana solicitando permitir el uso de la cámara web que se tenga instalada en el computador. Otro factor es el garantizar que la aplicación se ejecute dentro de un Ambiente Virtual de Aprendizaje, lo que implica convertirlo en un OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje) para ser mostrado dentro del mismo ambiente e-Learning que utiliza la entidad formadora. Los objetos en 3D se manipulan en el espacio tridimensional (x,y,z) para permitir total exploración del

cuadro odontológico desplegado. Los objetos diseñados muestran situaciones propias de esta profesión como ausencia de piezas dentales, así como caries en diferentes caras de las piezas dentales.

La utilización de diferentes scripts de programación fue necesaria debido a los requisitos no funcionales que teníamos para que los estudiantes no fueran apáticos a utilizar una plataforma de entrenamiento diferente a la que utilizan a diario en su entorno natural de capacitación al cual están acostumbrados.

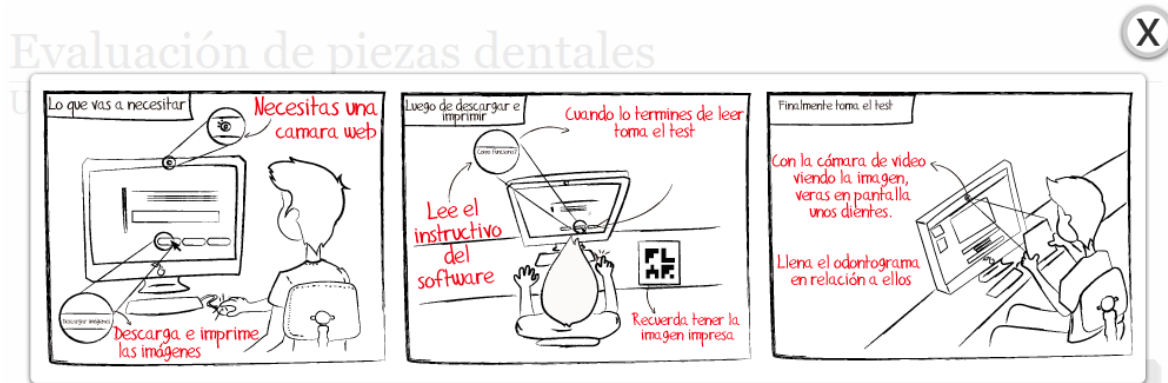
4. EXPERIMENTOS

Para verificar la utilidad de esta herramienta pedagógica, se diseñó el siguiente experimento con dos grupos de estudiantes: uno practicó con la plataforma propuesta y que llamaremos grupo experimental, y en el segundo grupo, o grupo de control, se trabajó con el método tradicional de entrenamiento adoptado, además el profesor fue el mismo para los dos grupos.

Para iniciar el experimento, el profesor impartió el tema de manera habitual en los dos grupos. Adicionalmente, para el grupo experimental se impartió la instrucción que en la plataforma e-Learning utilizada en el curso a la izquierda iban a disponer de un entrenador virtual para prácticas, un computador dotado de Webcam, y que

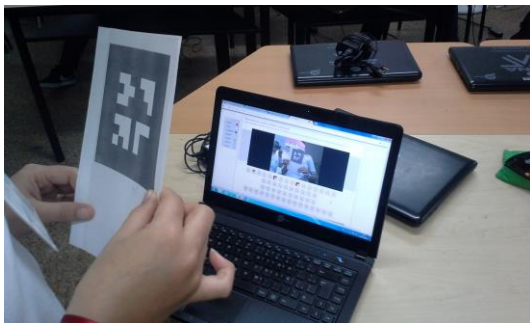
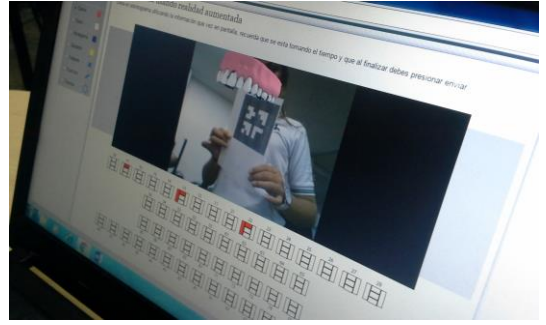
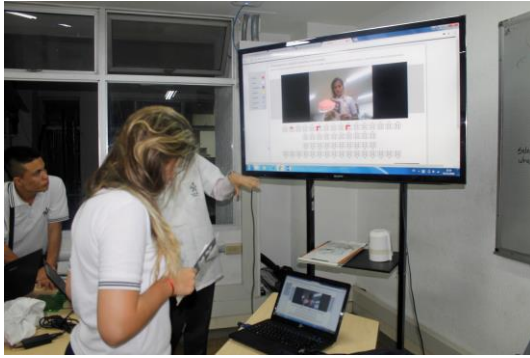
tomaran una cartulina Bristol de color blanco con una imagen que se llama patrón, luego que siguieran las instrucciones publicadas en pantalla y que pasados 40 minutos manipulando el entrenador se aplicaría una prueba escrita para verificar lo aprendido.

En el grupo de control se siguió el proceso normal o tradicional de entrenamiento basado en imágenes y videos con los que el profesor trabaja habitualmente.



Instrucciones mostradas en pantalla por el programa del autor

Los estudiantes tomaron los patrones y una encuesta para responder una parte antes de iniciar el experimento y una segunda parte cuando terminaran los 40 minutos. Al terminar de contestar las primeras preguntas utilizaron los computadores, entraron a la plataforma E-learning de costumbre e iniciaron el entrenamiento. Se anexan imágenes de la actividad evidenciando un centro educativo con conexión básica a la Internet.



Por favor, dedique un momento a completar esta pequeña encuesta, la información que nos proporcione será utilizada para mejorar nuestra plataforma. **Sus respuestas serán tratadas de forma confidencial y no serán utilizadas para ningún propósito distinto a la investigación.**

En la siguiente sección marque la opción que considere

Genero: Masculino Femenino

Edad: Entre 15 y 20 años De 21 a 25 años Más de 25 años

Utilizo el simulador en: La mañana La tarde La noche

¿Desde qué lugares accede a Internet normalmente? Casa Trabajo Sede estudiantil Café internet Biblioteca

¿Ha jugado video juegos? No Si , ¿cuantas horas en promedio a la semana? _____

	1	2	3	4	5
1- Completamente en desacuerdo					
2- En desacuerdo					
3- Neutral					
4- De acuerdo					
5- Completamente de acuerdo					
1. Las instrucciones publicadas para utilizar el entrenador fueron fáciles de entender					
2. El entrenador fue fácil de utilizar.					
3. Yo preferiría utilizar este entrenador en vez del entrenamiento tradicional.					
4. Fuera de las instrucciones dispuestas en la pantalla, yo requiero de otro tipo de explicación.					
5. Siento que usar el entrenador me ayuda en el proceso de llenar un odontograma					
6. Siento que luego de usar el entrenador logro memorizar mejor los términos asociados con el odontograma					
7. El entrenador me motiva a seguirlo utilizando					
8. Las situaciones mostradas en el simulador son muy similares a la vida real					
9. Pasaría más tiempo utilizando el entrenador en mis ratos libres.					
En las siguientes preguntas utilice la escala de 1 a 5, siendo 5 el valor más alto					
10. El entrenador Web carga con rapidez					
11. El entrenador presenta variedad de situaciones					
12. Los modelos en 3D presentan buen detalle					
13. El diseño del portal Web me pareció atractivo					
14. Seguiría utilizando este tipo de entrenadores para fortalecer mis habilidades					
15. Recomendaría este entrenador a otros estudiantes					
16. Fue fácil trabajar con los patrones.					

¿Qué sugerencias haría para mejorar el entrenador?

Sugerencias desde el punto de vista de hardware

Desde el punto de vista de software

Desde el punto de vista de contenidos

¿Qué comentarios en general tiene acerca de la experiencia?

5. RESULTADOS

Los resultados de los experimentos se describen a continuación. Se describen las notas de los estudiantes luego del segundo examen realizado sobre el llenado del odontograma y utilizando el entrenador en el ambiente de aprendizaje virtual por los estudiantes de manera voluntaria

Grupo	Ganaron	Perdieron	Total
Grupo experimental	26	0	26
Grupo de control	11	11	22

Tabla 1: Comparativo de resultados de exámenes

El profesor quien tiene una experiencia de cinco años en la enseñanza del tema, argumenta que sus estudiantes, al utilizar el entrenador, efectivamente adquirieron de manera rápida y eficiente la habilidad de llenar los odontogramas según los casos clínicos que se utilizan, y que la facilidad de manejo que ofrece el entrenador a las personas para mejorar sus habilidades, fue un factor decisivo si se compara con otras herramientas TIC que se han suministrado a los estudiantes, donde el licenciamiento o complejidad en la instalación desestimula su uso.

Terminado el experimento, el profesor solicitó que al grupo de control también se le facilitara el acceso al entrenador en el ambiente virtual, y pudo verificar que la curva de aprendizaje es mucho más rápida porque al siguiente examen realizado todos

los estudiantes lo ganaron, debido a que los estudiantes exploran la nueva tecnología a su ritmo dedicándole más tiempo a sus estudios.

Por otra parte, los resultados del test aplicado con el fin de medir la experiencia de usuario en los estudiantes, arrojó que el mismo día que se dieron las indicaciones del lugar donde estaba el entrenador dentro del ambiente virtual solo dos estudiantes lo exploraron y le dedicaron mucho tiempo en el mismo, porque se motivaron por la novedad al ver como aparecían los modelos en 3D en la pantalla, y que al mover el marcador el modelo respondía moviéndose en un espacio de 360 grados, al siguiente día llevaron estas impresiones a sus compañeros y con evidencias de fotos y videos, logrando que los demás integrantes del grupo en estudio al salir de clases se volcaran a la plataforma a explorar el nuevo “juguete”, y prestaron más atención a la herramienta y al entrenamiento que a mover los componentes 3D por la pantalla.

Al segundo día según estadísticas de la plataforma e-learning, todos los estudiantes del curso habían utilizado el entrenador en varias ocasiones, y se convirtió en una especie de competencia por lograr un buen puntaje en el menor tiempo posible, está sana “rivalidad” género que los estudiantes le dedicaran más tiempo al entrenamiento, mejorando su habilidad en el correcto llenado del odontograma.

Otro factor que arrojó el estudio, es que, con las técnicas actuales para implementar la Realidad Aumentada, al utilizar el procesamiento de imágenes, la calidad de las cámaras afecta la estabilidad a la hora de mostrar los modelos en 3D. De manera similar, la iluminación y el equilibrio que se debe tener al sostener o manipular el patrón, hizo que los estudiantes también tuvieran que invertir mucho tiempo en la plataforma intentando hacer que los modelos se desplegaran en la pantalla. Dependiendo de la calidad de la cámara, algunos estudiantes preferían utilizar el entrenador en horas de la tarde, con luz natural y otros en la noche, para tener una fuente constante y un brillo adecuado. Es necesario mencionar que cuando algún objeto genera sombra, el sistema se ve afectado.

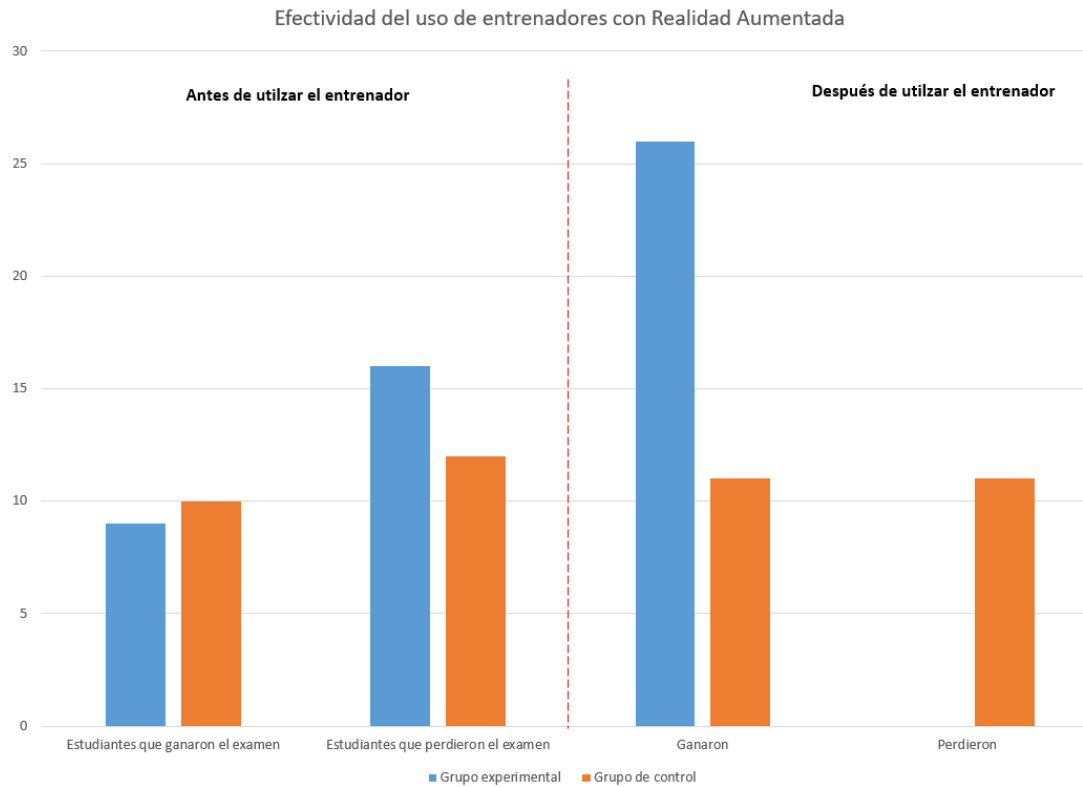
Los anchos de banda manejados en el casco urbano y el buen rendimiento del servidor, permitieron un buen rendimiento de la aplicación, la cual fue muy transparente para los estudiantes al no tener que instalar programas externos en los computadores, ya que el simulador fue utilizado desde café internet, bibliotecas y centros de Vive Digital [16].

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Los resultados de las pruebas con usuarios permiten concluir que implementar simuladores y entrenadores apoyados con Realidad Aumentada mejora considerablemente la curva de aprendizaje en las personas que adelantan estudios profesionales, al tener elementos cognitivos como detalles del entorno simulado, medición del tiempo empleado y retro alimentación individualizada y en tiempo real.

El crear una pequeña base de datos con objetos 3D mostrados aleatoriamente, hizo que los estudiantes se motivaran a interactuar y a practicar por más tiempo, pero el interés en el entrenador se perdió cuando los modelos o preguntas se empezaron a repetir.

El factor innovador de la tecnología RA motivó a los estudiantes a utilizar el entrenador y por las edades de los mismos, que oscilan entre los 18 a 25 años, que vieron como el miedo al error y a la frustración de no llegar a unas respuestas correctas se minimizaba al estar bajo la privacidad de utilizar su propio computador o de estar en la comodidad de la casa gracias al uso del Internet. Quizá este punto es de tener en cuenta porque el entrenador no guarda los resultados de manera persistente; solo se exhiben por cierto tiempo en pantalla y es público solo para quien esta en el momento utilizando el entrenador virtual.



Grafica 1: Efectividad de la RA en el entrenamiento.

Como se evidencia en la gráfica el uso de Realidad Aumentada en ambientes virtuales de aprendizaje en el entrenamiento de personas hace que sus habilidades mejoren en corto tiempo y con una alta efectividad al compararlo con un sistema tradicional utilizado aun en los centros de capacitación.

A la pregunta realizada a los estudiantes si les gustaría seguir utilizando esta tecnología en actividades de entrenamiento de salud oral, argumentaron que la RA es novedosa pero que cansa si se utiliza mucho y con contenidos similares, haciéndola “aburridora” para estudiar al tener que estar moviendo el marcador para

hacer girar el objeto el 3D. También reportan que los movimientos no son muy naturales por el efecto espejo al ir en sentido contrario a lo que se ve en la pantalla. Los estudiantes recomendaron utilizar los objetos en 3D pero que la interacción sea con el mouse para girar los objetos en el espacio cartesiano de dos dimensiones (izquierda y derecha, arriba y abajo) siendo estas las direcciones que se utilizan en el odontograma estándar.

Para continuar este trabajo, consideramos que se deben incluir otros marcadores para controlar la dirección en los ejes x,y,z con el fin de evitar que por la manipulación se pierda la línea de vista entre la cámara y el patrón, además disponer de una gran variedad de objetos 3D para mostrarlos al azar y con niveles de dificultad gradual para minimizar el aburrimiento, generando una sana competencia en la persona para que mejore sus habilidades.

La combinación de tecnologías enriquece el aprendizaje y la adquisición de habilidades para el entrenamiento de trabajadores calificados a un bajo costo ya que estos OVA se pueden reutilizar con diferentes grupos y de manera masiva, pero no hay que abusar de la misma estrategia metodológica porque crea cansancio en los estudiantes. Además, al capacitar a personas para el trabajo, estos no todos son nativos digitales y pueden ser reacios al cambio o al utilizar este tipo de tecnologías.



Tomado de: <https://plus.google.com/communities/103070326999809122127>

En una próxima versión de la experiencia con los usuarios se planea realizar una prueba de usuario más detallada con evaluadores pedagogos que estudien el comportamiento de los estudiantes ante la estrategia aquí planteada. Además de incluir la nota final, se propone una prueba en la cual los estudiantes del grupo experimental y del grupo de control mediante una plataforma escuchen un dictado y que tomen nota en un diagrama dental. En el dictado se les describiría una serie de patologías en unas piezas dentales. La plataforma estaría en capacidad de tomar los siguientes datos:

- Tiempo que tarda el estudiante en marcar la observación en el diagrama luego de escuchar el enunciado del dictado.
- Número de errores que se cometen.

Adicionalmente se medirían los tiempos que cada estudiante del grupo experimental, de manera voluntaria, utiliza el simulador de R.A.; así como los

tiempos que pasa cada estudiante del grupo de control revisando, de manera voluntaria, el material escrito o utilizado en un proceso de entrenamiento tradicional.

En este experimento se seguirá con la utilización de plataformas informáticas con el fin de motivar el autoaprendizaje, y brindar a los estudiantes un espacio de privacidad.

Invitar a la comunidad para explorar las posibilidades de Google Cardboard en el entrenamiento de personal para empresas en ambientes inmersivos. ¿Preparados para descubrir nuevos mundos en Educación?

REFERENCIAS

- [1] Alvarez, N., Jaramillo, JE., Restrepo, J., Trefftz, H and Esteban, P. (2003) "Augmented Reality for Teaching Multi-Variate Calculus". Proceedings of the Second International Conference on Multimedia and ICTs in Education (MICTE 2003), Badajoz, Spain.
- [2] Esteban, P and Restrepo, J and Trefftz, H and Jaramillo, JE and Álvarez, N (2004) "La realidad aumentada: un espacio para la comprensión de conceptos del cálculo en varias variables". XVI Simposio Iberoamericano de enseñanza Matemática, Matemáticas para el siglo XXI.
- [3] Orozco, Carlos, Esteban, Pedro and Trefftz, Helmuth. (2006) "Collaborative and distributed augmented reality in teaching multi-variate calculus". The Fifth IASTED International Conference on web-based education, Puerto Vallarta, México.
- [4] Comin, M., Pérez, J.M., Villarroja, A., Nerón, S., Moros, T. Factores que influyen en presiones plantares. Meditel Ingeniería Médica, 2003.
- [5] Libros AR Books. <http://www.ar-books.com>.
- [6] Games for Elearning. <http://education.mit.edu/projects/games>.
- [7] Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. RED Revista de Educación a Distancia. Número 46 especial "Competencias para la codificación y la precodificación". 15 de septiembre de 2015. <http://www.um.es/ead/red/46>. Xabier Basogain, M.A. Olabe, J.C. Olabe.
- [8] The School of the Future. 5th Annual International Scientific Conference Theoretical and Practical Aspects of Distance Learning Subtitle: E-Learning & Lifelong Learning, DLCC2013. October 14-15, Cieszyn, Polonia. Antonio do Reis, Norbet Pachler,

David Richardson, João Duque, Theo Hug, Xabier Basogain, Ângela Pinto, Teresa Passos

- [9] Collaborative Multimedia Mobile Tool for Teaching Laboratories. 8th International Conference Developing Innovative Video Resources for Students Everywhere, Diverse' 2008. July 2008, Haarlem, INHOLLAND University, The Netherlands.
- [10] Towards the Augmented Reality in Wearable Personal Assistants. INTERACCIÓN 2008. IX Congreso Internacional de Persona-Ordenador.II Jornadas sobre Realidad Virtual y Entornos Virtuales, JOREVIR'2008. Junio 2008, Albacete, Spain.
- [11] Mobile Augmented Reality, an Advanced Tool for the Construction Sector. Bringing ICT knowledge to work: Proceedings of CIB 24th W78 Conference, pp. 453-460. June 2007, Maribor, Eslovenia.ISBN: 978-961-248-033-2. Izkara, J.L.; Pérez, J.; Basogain, X.; Borro, D
- [12] Mobile Augmented Reality for Providing Guide in Maintenance Tasks. 9th International Conference on Virtual Reality 2007 (VRIC 2007), Poster Contribution of the Laval Virtual. April 2007, Laval, Francia. Barandiarán, J., Borro, D., Basogain, X., and Izkara, J.L.
- [13] Educational Mobile Environment With Augmented Reality Technology. International Technology, Education and Development Conference INTED2007 Proceedings (CD), pp. 10, March-2007. Valencia, Spain. ISBN: 978-84-611-4517-1. X. Basogain; José Luis Izkara; Diego Borro
- [14] CEIDE, Centro de Estudios Sobre Innovación y Dinámicas Educativas, <http://tecnofilos.aprenderapensar.net/2010/01/26/realidad-aumentada-su-uso-en-educacion/>

- [15] Perfiles Ocupacionales y Competencias Laborales para Auxiliares en Salud. Matallana, Maria, Cordoba, Elba, Gonzalez, Ruth, Gonzalez Fabian, Cañon, Mery, Garavito Hilda, Gomez, Fernando, Varela Sandra. 2005., ISBN: 958-683-783-1
- [16] Documento Vivo Plan Vive Digital. MINTIC, 2011. Consultado en la dirección: http://www.mintic.gov.co/images/MS_VIVE_DIGITAL/archivos/Vivo_Vive_Digital.pdf
- [17] Software para modelado y texturizado en 3D. Consultado en 2016 en la dirección: <http://www.badking.com.au/site/shop/medical-models/human-teethby-dmitrij-leppee/> (<https://dmitrijleppee.carbonmade.com/>)
- [18] Trahtemberg, L. (2000). El impacto previsible de las nuevas tecnologías en la enseñanza y la organización escolar. Revista Iberoamericana de Educación.
- [19] Hojeadas al Mundo. (2012). Los universitarios buscan internacionalización. Hojeadas al Mundo, 4.
- [20] Tovar, L., Insignares, S., Bohorquez, J., & Velazques, C. (2013). Desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje para el estudio de la anatomía de órganos dentales en la facultad de odontología de la universidad de Cartagena.
- [21] Gobierno de Colombia, Página del ministerio de las TIC Colombia, <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyname-511.html>
- [22] Universidad de Antioquia. (s.f.). Banco de Objetos de aprendizaje y de información. Recuperado el 28 de febrero de 2014, de aprende en línea: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/ova/>
- [23] Lévy, P., (2007) Cibercultura: la cultura de la sociedad digital. México: Universidad Autónoma Metropolitana: ANTHROPOS.

- [24] Harold, A., (2012) “La realidad aumentada (AR) aplicada a la enseñanza de las ciencias navales, caso práctico de estructuras de naves”. Revista armada Edición No. 300
- [25] Tobar, L. (2014). Propuesta metodológica para la construcción de objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada. Cartagena.
- [26] D Schmalstieg, T Langlotz, M Billinghurst (2011) “Augmented Reality 2.0”. Libro
- [27] Tovar, L., Pupo, S. (2016). Desarrollo de objetos virtuales como apoyo al estudio de la endodoncia en la facultad de odontología de la universidad de Cartagena.
- [28] González, M. (2013). La transformación tecnológica de la educación: dispositivos y apps. Recuperado de: <http://mobileworldcapital.com/es/articulo/168Ashely> Dental Partners. (2014). Smart Dental Chart. 2017, de [itunes.apple.com](https://itunes.apple.com/us/app/smart-dental-chart/id433109352?mt=8) Sitio web: <https://itunes.apple.com/us/app/smart-dental-chart/id433109352?mt=8>
- [29] De ModiFace. (2015). Virtual Dentist. 2017, de [itunes.apple.com](https://itunes.apple.com/mx/app/virtual-dentist/id543269965?mt=8) Sitio web: <https://itunes.apple.com/mx/app/virtual-dentist/id543269965?mt=8>