

**DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA EL
ESTUDIO DE LA ANATOMÍA DEL SISTEMA DE INERVACION Y DE
VASCULARIZACION DE LOS ORGANOS DENTALES EN LA FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**

INVESTIGADORES ING. LUIS CARLOS TOVAR GARRIDO

DR. SALVADOR INSIGNARES, ODONTÓLOGO

CO-INVESTIGADORES:

ANDRÉS MANUEL HEREDIA LÓPEZ

JUAN RAFAEL MÉNDEZ MATOS



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS, 2014

**DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA EL
ESTUDIO DE LA ANATOMÍA DEL SISTEMA DE INERVACION Y DE
VASCULARIZACION DE LOS ORGANOS DENTALES EN LA FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN

GIMÁTICA

LINEA DE INVESTIGACIÓN

INTELIGENCIA COMPUTACIONAL

INVESTIGADORES:

ING. LUIS CARLOS TOVAR GARRIDO (M.Sc.)

DOCTOR SALVADOR INSIGNARES ORDÓÑEZ, ODONTÓLOGO

CO-INVESTIGADORES

ANDRÉS MANUEL HEREDIA LÓPEZ

JUAN RAFAEL MÉNDEZ MATOS

Trabajo de Investigación presentado como requisito parcial para

Optar al título de ingeniero de sistemas



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS, 2014

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo:

A Dios nuestro creador, su hijo Jesús por ser el camino hacia la salvación, y al Espíritu Santo por consolarnos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro creador, le agradecemos porque nos dio la fe para continuar con la investigación, las fuerzas espirituales para saltar los obstáculos que se presentaron, la inteligencia para cumplir los objetivos a cabalidad y colocar personas de bendición en nuestro camino.

A nuestros padres les damos un gran agradecimiento porque siempre han estado a nuestro lado proporcionando apoyo, amor, la ayuda económica necesaria a través de su sacrificio y su ardua entrega y formación en valores y carácter.

A nuestra Universidad les estamos agradecidos por brindarnos la infraestructura, el recurso humano, material y científico, para la formación en la carrera de ingeniero de sistemas.

A todos nuestros compañeros que participaron en la creación de OVA'S, les estamos agradecidos porque compartieron su conocimiento, experiencia y herramientas para la implementación de la investigación.

A todos nuestros profesores que han ayudado en nuestra formación académica en el transcurso de nuestra carrera les agradecemos.

Y por último a todas aquellas personas que de una u otra forma aportaron a este proyecto.

Muchas gracias a todos ustedes. Que Dios los bendiga.

GLOSARIO

ANDROID: Sistema operativo adoptado por, los fabricantes más importantes, de celulares y tablets, que permite realizar tareas que se asemejan a una PC, como navegar la web, leer emails, descargar aplicaciones, etc.

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE: Es un entorno dispuesto al aprendizaje de información mediado por la tecnología facilitando la gestión y la relación educativa.

AODDEI: Es una metodología comprendida por diferentes fases diseñada para la fabricación de los objetos virtuales de aprendizaje.

BLENDER: Es un software libre de Gráficos 3D que sirve para el modelado, el esculpido, texturizado, animación, desarrollo de juegos, es apto para todo tipo de diseñadores, arquitectos, artistas, expertos en efectos especiales y personas que lo usan solo por hobby.

COMPONENTE: Un componente es una unidad binaria de composición de aplicaciones software, que posee un conjunto de interfaces y un conjunto de requisitos, y que ha de poder ser desarrollado, adquirido, incorporado al sistema y compuesto con otros componentes de forma independiente, en tiempo y espacio.

DSBC: El desarrollo de sistemas de software basado en componentes, es una aproximación del desarrollo de software que describe, construye y utiliza técnicas de software para la elaboración de sistemas abiertos y distribuidos mediante el ensamblaje de módulos de software reutilizables. Es utilizada para reducir los costes, tiempos y esfuerzos de desarrollo del software, a la vez que ayuda a mejorar la fiabilidad, flexibilidad y la reutilización de la aplicación final.

ESTOMATOGNÁTICO: es el conjunto de órganos y tejidos que permiten comer, hablar, pronunciar, masticar, deglutir, sonreír, respirar, besar y succionar. Está ubicada en la región

GIMATICA: (Grupo de Investigación en Tecnologías de las Comunicaciones e Informática) Es un grupo de investigación de ingeniería de sistemas al interior de la Universidad de Cartagena.

MARCADOR: Elemento o conjunto de símbolos que ayuda a detectar la posición del usuario para saber cuál es la imagen, modelo o información a mostrar y la forma correcta en este caso en un entorno de realidad aumentada.

MODELOS 3D: son representaciones virtuales del mundo real que se crean en un software de modelado.

OVA: es un material digital de aprendizaje se fundamenta en el uso de recursos tecnológicos, se estructura de manera significativa, sirve para adquirir un conocimiento específico, está asociado a un propósito educativo y formativo.

REALIDAD AUMENTADA: Es la realidad mixta en tiempo real, formada por el mundo real que tiene mayor predominancia y elementos del mundo virtual, a través de dispositivos hardware y de software.

SISTEMA OPERATIVO MOVIL: Es un software encargado de ejercer el control e interactuar con el hardware del celular y servir de interfaz de comunicación entre el hardware y otras aplicaciones software.

RENDERIZADO: es un término usado en jerga informática para referirse al proceso de generar una imagen o vídeo mediante el cálculo de iluminación, partiendo de un modelo en 3D. Este término técnico es utilizado por los animadores o productores audiovisuales y en programas de diseño en 3D como por ejemplo 3DMax, Maya, Blender, etc..

TIC: Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, vídeo e imágenes.

UNITY: Unity es un ecosistema de desarrollo de animaciones y juegos multiplataforma, tiene un potente motor de renderizado totalmente integrado con juego completo de herramientas intuitivas y flujos de trabajo rápidos para crear contenido 3D interactivo; publicación multiplataforma fácil, miles de activos de calidad, listos para usar en la Tienda de Activos y una comunidad de intercambio de conocimientos.

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
2.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	6
2.3. JUSTIFICACIÓN	6
3. OBJETIVOS	9
▪ OBJETIVO GENERAL	9
▪ OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. MARCO DE REFERENCIA	10
3.1. MARCO TEORICO	10
3.1.1 El Continuo De Milgram	10
3.1.2 Objetos Virtuales de Aprendizaje	19
3.1.3 Sistema Operativo Para Dispositivos Móviles	22
3.1.4 Sistema de Inervación y de Vascularización de los Órganos Dentales ...	27
3.2 ESTADO DEL ARTE	38
3.2.1 Objetos Virtuales de Aprendizaje	38
3.2.2 Realidad Aumentada	41
3.2.3 Antecedentes	45
4 METODOLOGÍA	46
4.1 DISEÑO UTILIZADO	47
4.2 PROCEDIMIENTO	48
5 RESULTADOS	51
5.1 DESARROLLO	54
5.2 FASE I ANÁLISIS DEL NEGOCIO	54
5.2.1 Paso I análisis	54

5.2.2	Paso II Obtención del material.....	56
5.2.3	Paso III Digitalizar material	64
5.2.4	Paso IV Comunicación con el Cliente	67
5.3	FASE II DISEÑO E IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS	69
5.3.1	Paso V Planificación	69
5.3.2	Paso VI Diseño de la Estructura de los OVA'S y de la Aplicación	71
5.3.3	Paso VII Análisis de Riesgos	76
5.4	FASE III CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LOS COMPONENTES DE INGENIERÍA.....	77
5.4.1	Paso VIII Armado	77
5.4.2	Paso IX Construcción de la Aplicación.....	79
5.4.3	Paso X Evaluación De los OVA's.....	79
5.4.	Paso XI Integrar El OVA a Un Sistema De Gestión De Aprendizaje	80
5.4.4	Paso XII Evaluación Del Cliente	81
6	CONCLUSIONES	92
7	RECOMENDACIONES:	95
8	BIBLIOGRAFÍA	96

Tabla de ilustraciones

Pág.

Ilustración 1 Continuo de la virtualidad de milgram (Kishino & Milgram, 1997)	11
Ilustración 2 Cuota de mercado de Smartphone a nivel mundial (Gartner, 2013)	24
Ilustración 3 Nervio trigémino y sus ramificaciones (Drake, Vogl, Gray, & Mitchell, Gray's Anatomy for Students, 2010).....	29
Ilustración 4 Sistema de vascularización dental y sus ramificaciones (Drake, Vogl, Gray , & W.M, Gray's Anatomy for Students, 2010).....	33
Ilustración 5 Cabezas de cadáveres y mandíbula	59
Ilustración 6 Arterias de la cabeza (Netter, 2011).....	60
Ilustración 7 Arteria maxilar superior (Netter, 2011).....	61
Ilustración 8 Ramificaciones externas de las venas del cráneo (Netter, 2011)	62
Ilustración 9 corte longitudinal las ramificaciones internas de los nervios que recorren el maxilar superior (Netter, 2011)	63
Ilustración 10 Estructura interna de un premolar. (Netter, 2011).....	64
Ilustración 11 Sistema de inervación y vascularización.....	65
Ilustración 12 Estructura de los OVA’S	71
Ilustración 13 Diagrama de casos de uso del aplicativo.....	73
Ilustración 14 Diagrama de componentes del aplicativo desarrollado.....	75
Ilustración 15 Diagrama de despliegue del aplicativo desarrollado	76
Ilustración 16 Marco exterior del marcador principal	78
Ilustración 17 Recuadro interior del marcador principal.....	78
Ilustración 18 Marcador principal	79
Ilustración 19 Aplicativo desde el simulador de Unity que muestra la mandíbula y las arterias	80
Ilustración 20 Tercer molar con su pulpa desde la aplicacion.....	80
Ilustración 21 Teoría de aplicación desde el simulador	81
Ilustración 22 Preguntas de evaluación de la aplicación desde Unity	81
Ilustración 23 Diagrama circular sobre la velocidad de despliegue	82
Ilustración 24 Diagrama circular sobre el grado de satisfacción espacial de los modelos ..	83
Ilustración 25 Diagrama circular sobre opciones de interacción con el OVA	83

Ilustración 26 Diagrama circular sobre contenido teórico.....	84
Ilustración 27 Diagrama circular sobre las preguntas de evaluación	84
Ilustración 28 Diagrama circular sobre errores en la aplicación	89
Ilustración 29 Diagrama circular sobre el nivel de satisfacción de la aplicación.....	90
Ilustración 30 Diagrama que muestra los porcentajes de las personas que quieren agregar algo a la aplicación	90
Ilustración 31 Diagrama que muestra la inclusión del alumnado de este tipo de tecnología en su proceso de aprendizaje	91
Ilustración 32 Diagrama que muestra la opinión de los estudiantes sobre la aplicación y el proceso de enseñanza.....	91

Índice de tablas

Pág.

Tabla 1 características de NyArtoolkit	13
Tabla 2 Características de Qualcomm Augmented Reality SDK.....	14
Tabla 3 Características de Wikitude.....	15
Tabla 4 Características de Andar.....	17
Tabla 5 Características de Arviewer SDK.....	18
Tabla 6 Otros proyectos de RA	42
Tabla 7 Fases y pasos de las metodologías utilizadas	50
Tabla 8 Descripción del análisis del dominio.....	55
Tabla 9 Descripción del material recogido.....	56
Tabla 10 Descripción detallada de las ramificaciones.....	58
Tabla 11 Descripción de las pulpas a modelar	58
Tabla 12 ilustraciones de los modelos 3D de las pulpas	66
Tabla 13 Tabla de requerimientos funcionales.....	67
Tabla 14 Características de los SDK's	69
Tabla 15 Cuadro comparativo de los SDK's	70
Tabla 17 Preguntas de evaluación del aplicativo.....	85

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo ofrecer a estudiantes de anatomía dental, una herramienta para un mejor estudio, a través de herramientas tecnológicas de uso cotidiano, y lograr complementarlas con las comúnmente conocidas.

La forma tradicional de apropiarse del conocimiento ha sido la lectura de libros desde que se inventó la escritura y clases magistrales, hasta comienzo de la era digital a finales del siglo XX, pero en la actualidad la información ha crecido a altos niveles, por consiguiente la exigencia ha sido mayor sobre el aprendiz, por esto fueron introduciéndose nuevas herramientas como lo son los videos explicativos y las plataformas virtuales que permiten un aprendizaje significativo reduciendo el tiempo y fuerzas necesarias para el cumplimiento del objetivo principal que es aprender.

El gran aporte que ha brindado la tecnología al proceso de aprendizaje ha sido muy enriquecedor, es por esto que se quiere aprovechar en este proyecto una tecnología emergente conocida como realidad aumentada en dispositivos móviles como apoyo para la enseñanza del sistema de inervación y vascularización de los órganos dentales, la cual permitirá al alumno obtener los conocimientos necesarios en esta temática, por medio de la interacción con los objetos virtuales de aprendizaje que fueron diseñado bajo la combinación de dos tipos de metodologías, AODDEI y DSBC , donde la primera sirve para la creación de objetos virtuales y la segunda para la creación de software a través de componentes reutilizables.

Mezclando estas metodología se alcanzaron los objetivos planteados y se generaron una serie de resultados que se describen a continuación.

Como resultados a lo largo del proyecto se tiene la creación de modelos 3D de las principales ramificaciones del nervio trigémino, las arterias y venas que irrigan los dientes y las pulpas respectivas, una aplicación en realidad aumentada para dispositivos móviles Android 2.0 o superiores, un manual de usuario para uso de la aplicación y un manual de sistema, y la ponencia el I Seminario Académico de Inteligencia Computacional del Programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena, titulada “Realidad aumentada como apoyo a la enseñanza de la Odontología”.

ABSTRACT

This research seeks to offer students dental anatomy, a tool for further study, through technological tools of everyday use, and achieve complement them with the commonly known.

The traditional way of appropriate from the knowledge has been reading books and master class, but now the information has risen to high levels , therefore the demand has been greater on the learner , so were introduced new tools such as the explanatory videos and virtual platforms that allows meaningful learning and reducing the time necessary for the fulfillment of the main objective that is learning

The great contribution that technology has given to the learning process has been very rewarding , which is why it wants to take on this project an emerging technology known as augmented reality on mobile devices to support teaching of system innervation and vascularization of the dental organs, which allow the student to acquire knowledge in this field , through interaction with the virtual learning objects were designed under the combination of two types of methodologies, AODDEI and CBSD , where the first is used to create virtual objects and the second for the creation of software through reusable components.

Mixing these methods the objectives were achieved the planned objectives and a number of results described below were generated.

As results throughout the project have the creation of 3D models of the main branches of the trigeminal nerve , arteries and veins that supply the respective teeth and pulps, augmented reality application for Android 2.0 or higher mobile devices, a user manual to use the application and operating system , and a plenary talk at I Academic Seminar on Computational Intelligence Systems from the engineering program at the University of Cartagena , entitled "augmented to support the teaching of dentistry Reality."

INTRODUCCION

Los modelos educativos han estado evolucionando en todo el mundo a diferentes velocidades. En sus inicios se consideraba al maestro la fuente inequívoca de todo el conocimiento, pero ahora se busca que el estudiante sea quien lo posea. Para que el estudiante tenga acceso al conocimiento, se necesitaron nuevas herramientas de innovación y adaptación tecnológica, apoyando la apropiación del conocimiento de manera autónoma y significativa por parte del estudiante.

En diferentes países se han realizado proyectos, que integran las TIC's con la formación académica, que hacen mejoras al sistema de enseñanza, y a la apropiación del conocimiento.

Colombia ha visto la importancia de inmiscuir a la tecnología en el proceso de aprendizaje, es por esto que se creó el ministerio de las TIC, dentro de sus funciones está incrementar y facilitar el acceso de todos los habitantes del territorio nacional a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y sus beneficios.

Dentro de las herramientas TIC's hay una tecnología emergente conocida como realidad aumentada, a través de la cual se desarrollan aplicaciones que sirven como herramienta a la educación. Existe el proyecto Magic Book por (Billinghurst & et al, 2008) donde el alumno a través de un visualizador de mano puede observar los contenidos virtuales añadidos a la escena real en la que se encuentra, permitiendo la creación de nuevos escenarios de aprendizaje.

Realitat3 es un proyecto que surge de la colaboración entre el grupo de investigación labhuman y el Servicio de Informática para Centros Educativos de la Consejería de Educación. El objetivo principal es el de desarrollar un motor de realidad aumentada para la distribución Lliurex, entorno mantenido por la propia Consejería, y ampliamente usado en los centros educativos de la Comunidad Valenciana, permitiendo poner al alcance de los pedagogos una herramienta sencilla, intuitiva y sobre todo útil para mejorar la enseñanza (Aumentaty, 2012)

Los proyectos anteriores motivaron a los investigadores y coinvestigadores, a dar solución por medio de la implementación de la realidad aumentada, a una necesidad ya identificada al interior de la facultad de odontología, relacionada con la formación de los profesionales en el área de la anatomía dental

Se cumplió el objetivo principal de este proyecto. Donde se desarrollaron objetos virtuales de aprendizaje para el estudio del sistema de inervación y vascularización de la anatomía dental en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, utilizando la digitalización de modelos en 3D y realidad aumentada en dispositivos móviles, para que los estudiantes que se encuentren matriculados en la materia de anatomía dental tengan la oportunidad de apropiarse del conocimiento de manera autodidacta en un tiempo más reducido ya que se cuenta con una información de contenido preciso, resumido en texto y audio el cual ha sido aprobado por un especialista, siendo una herramienta novedosa de aprendizaje para la temática. Todo lo expuesto anteriormente sirve de apoyo al aprendizaje de los alumnos de la materia y muestra una aplicación de las herramientas tecnológicas dentro de su aprendizaje, para cuando alcancen el título de odontólogos tenga las competencias precisas en su entorno laboral sobre la temática en la cual se desarrollaron los OVA'S. Lo anterior fue posible gracias a la mezcla acertada de las metodologías AODDEI y DSBC, que permitieron el pleno cumplimiento de los objetivos propuestos en el proyecto.

La investigación fue realizada en la Universidad de Cartagena, sede Zaragocilla dirigida hacia los estudiantes de la Facultad de Odontología que estudian la anatomía del sistema de inervación y de vascularización de los órganos dentarios.

Para esto se tuvo que comprender claramente por parte del equipo desarrollador, los conceptos precisos y pertinentes que describen la temática, se analizó su importancia en el proceso de enseñanza, se redactó el contenido teórico, se determinaron los modelos y funciones que tiene el OVA. Una vez se alcanzó estas etapas se continuó con la búsqueda de herramientas que mejor adaptaban el OVA en realidad aumentada, y el despliegue desde dispositivos móviles. Se mantuvo un control en la calidad de los OVA'S construidos,

en este proceso fue participe el especialista en rehabilitación oral, Dr. Salvador Insignares Ordóñez docente de la Facultad de Odontología, la Medica general Lucí Pérez Bula, Especialista en docencia universitaria y Magister en Educación. Que desde el inicio hasta el fin de la integración de los OVA'S con realidad aumentada, estuvieron al detalle haciendo correcciones por medio de una serie de reuniones, brindado material e ideas claves en la investigación.

Se amplió la literatura actual ya que en el estudio realizado, el ministerio de las TIC en su banco de objetos virtuales de aprendizaje no posee OVA's en realidad aumentada para dispositivos móviles en el área de la anatomía dental.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el área de las ciencias de la salud, más específicamente en la rama de la Odontología se evidencia el interés por el estudio del aparato estomatonágtico la prevención de enfermedades, correcto diagnóstico en el momento que se presenten junto con el tratamiento.

A nivel tecnológico la Odontología se ha visto beneficiada en gran manera, con la utilización de máquinas que optimizan y facilitan los procedimientos del área profesional, pero a nivel pedagógico se ven instrumentos que no son comunes y su manejo es complejo, además de esto se estudia con material visual como fotos, radiografías o tomografías, que limitan el análisis didáctico, y profundo del órgano real por visualizarse en dos dimensiones, aspecto que puede ser enriquecido por herramientas TIC(tecnologías de la información y la comunicación), que ofrecen herramientas para el modelado en 3D, facilitando la representación de objetos virtuales de aprendizaje (OVA), tomando como patrón las estructuras de la cavidad oral.

Un ejemplo del aporte de las TIC's en las ciencias de la salud, es evidenciado a través del "Proyecto IRISCOM vida a través del iris" (Iriscom, 2011), que permite la interacción entre un usuario con limitaciones físicas y las tecnologías actuales, a través de movimientos con el iris, facilitando el acceso a información educativa, esto permite observar como las tecnologías posibilitan el aprendizaje, en personas con discapacidad.

Los aportes de la tecnología a la salud han sido beneficiosos, y por ser uno de los campos más importantes y complejos, los proyectos siguen creciendo, a estos aportes en este campo se ha unido, como centro de estudio e investigación reconocido y distinguido en el Caribe Colombiano por la calidad de sus profesionales, la Universidad de Cartagena, específicamente la Facultad de Odontología (Acreditada por el Consejo Nacional de Acreditación), ve la necesidad de estar "Siempre a la altura de los tiempos" en lo que respecta a la adquisición de herramientas tecnológicas de aprendizaje, que mejoren aún más

la calidad de su alumnado, enfatizando en el área de la inervación y vascularización de los órganos dentales.

Actualmente y en un gran porcentaje las herramientas usadas por los estudiantes de Odontología son de tipo físico, este aspecto es positivo, pero lo que no es idóneo en muchos casos es que el acceso a los laboratorios está limitado por el tiempo en que los equipos pueden ser usados, y estos no cubren la totalidad de los alumnos, aspecto que produce dudas y conflictos cuando los estudiantes buscan investigar ciertos conceptos odontológicos en forma de auto aprendizaje, necesitando un nivel de detalle mayor en la relación perspectiva-profundidad. Para generar un interés total por parte del alumnado, la facultad de odontología ha ideado mejorar el aspecto lúdico en la enseñanza de esta disciplina, implementando ayudas didácticas visuales, auditivas, y prácticas. Otro método aplicado es el uso de videos interactivos donde se muestran una cantidad de procedimientos, causas y efectos odontológicos sobre el sistema de Inervación y Vascularización. La mayoría de estas herramientas no alcanzan a cumplir a cabalidad con el precepto de aprendizaje didáctico. y muchas de las competencias que han de desarrollar en la fase práctica han sido restringidas por la situación anteriormente descrita, estas prácticas son mejor guiadas a través de un aprendizaje con observación directa en el que se tiene una representación gráfica 3D de algunos fenómenos de interés para su estudio, lo que facilita la retroalimentación en el proceso de aprendizaje, hecho que genera la necesidad de elementos ubicuos, económicos, de fácil acceso y permitan una interacción dinámica por parte del usuario, sin inmiscuir la integridad física de un paciente.

Teniendo en cuenta la problemática anteriormente mencionada, el presente proyecto implemento un sistema móvil, en celulares con S.O Android versión 2 en adelante, basado en objetos virtuales de aprendizaje (OVA) que recreen la anatomía de los sistemas de inervación y vascularización de las estructuras dentales, apoyados en las TIC, la realidad aumentada y modelos 3D, que permita la visualización de dichos objetos, brindando una gran ventaja con respecto a la manera que se implementa. Primeramente por ser móvil no se tienen limitantes de manipulación y desplazamiento, además de tener gráficos detallados que pueden ser observados desde cualquier ángulo para su correcta asimilación, aspecto básico para la formación de odontólogos idóneos. Haciendo de esta una solución innovadora que se obtuvo con reducidos costos de producción. Dirigido a aquellos

estudiantes que posean celulares o tablet's con Android 2.0 en adelante, uno de los limitantes para los estudiantes en esta solución, sería el hecho de no poseer estos dispositivos mencionados.

2.2.FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo optimizar la didáctica del aprendizaje de la Anatomía del sistema de inervación y vascularización de los órganos dentarios y sus estructuras de soporte. Con una propuesta innovadora y sin que su implementación sea costosa?

2.3. JUSTIFICACIÓN

La continua evolución tecnológica y académica debe ser permanente en una institución de calidad, es por esto que en la Universidad de Cartagena, la Facultad de Odontología adoptado una posición que mezcle la tecnología y el aprendizaje, permitiéndole mantener su legado “siempre a la altura de los tiempos” avanzado con respecto a sus competidores en lo concerniente al saber y el saber hacer.

Se han determinado prácticas a nivel curricular para esta facultad donde el alumnado tiene la posibilidad de apropiarse del conocimiento dentro de un ambiente simulado y dirigido, sabiendo que el sistema de inervación y de vascularización de los órganos dentales, tienen que ser tratados con sumo cuidado. Con esta propuesta se busca que la interacción del estudiante sea con objetos virtuales, que le permitan dimensionar y estudiar detalladamente los elementos de estos sistema, antes de entrar al decisivo ámbito de la practica en pacientes, dejando entrever con esto la buenas conductas de la ética profesional en el proceso de aprendizaje, En donde la falta de espacio, pacientes, tutores, o materiales no sea impedimentos para lograr los objetivos académicos de las prácticas.

Esta solución hace posible que se acceda al conocimiento preciso del sistema de inervación e irrigación dentaria por parte de los estudiantes, con una baja inversión económica de la universidad, pues si se fuese implementado soluciones como: La adquisición de un

software desarrollado por una empresa, que muestre modelos 3D referentes al sistema de inervación y vascularización en órganos dentales, es costosa siendo un limitante, pues la Universidad no tiene un presupuesto para que tal solución se implementase, además de que este tipo de software brindan un mantenimiento restringido, como segunda medida se pensó en aumentar la infraestructura de los laboratorios y la dotación en estos, para alcanzar a la comunidad universitaria de esta área, pero esto limitaría a estudiante a aprender dentro de la Universidad y no a un conocimiento ubicuo que es lo que se quiere enriquecer, además de representar un gran costo económico, y de tiempo.

Este proyecto implemento un sistema para Móvil desarrollado en Android basado en la tecnología de Realidad Aumentada. Otorgando a la Facultad de Odontología una herramienta de alto contenido gráfico, generada con una tecnología bastante nueva en el mercado, la aplicación fue desarrollada por alumnos de la Universidad de Cartagena, pertenecientes a la Facultad de Ingeniería en el programa de Ingeniería de Sistemas, al ser un producto interno, la universidad posee derechos patrimoniales sobre el banco de objetos virtuales y el aplicativo móvil, lo cual podría generar ingresos económico si lo deseara.

Con la aplicación de esta temática, se busca innovar, dar un punto de partida en este largo proceso y proponer nuevos retos a futuro, ya que no hay registro de la utilización de esta tecnología en el tópico mencionado a nivel local y regional, en esta área.

En la elaboración de estos OVA'S, inicialmente los gastos fueron mínimos por parte de los entes beneficiados lo cual lo hizo muy viable desde el punto económico. Debido a que los desarrolladores a través de la capacitación de los semilleros y de las diferentes materias dentro del pensum que brinda la universidad, se apropiaron del conocimiento necesario para el desarrollo del proyecto, además de que se contó con el seguimiento de tutores perteneciente a la facultad de odontologia , facultad de ingeniería, y facultad de medicina, con un alto conocimiento y dominio en la temática que se desarrolló, demostrando que se posee el recurso intelectual, hardware y software, se contó con la capacidad necesaria para llevar a flote este proyecto y se muestra claramente la viabilidad que tuvo por parte del conocimiento académico de los desarrolladores, al ser una herramienta que permite profundizar conceptos anatómicos, científicos y dentales a través de la tecnología emergentes de fácil acceso, se ve claramente la viabilidad tecnológica y científica.

En el proceso de re acreditación que lleva a cabo la Facultad de Odontología por parte de los pares académicos, existen documentos en donde la Universidad prometió una optimización tecnológica para las metodologías de enseñanza acorde a el lema “siempre a la altura de los tiempos”, este compromiso se ha visto atrasado por la falta de una propuesta tecnológica que cumpla las expectativas.

3. OBJETIVOS

▪ OBJETIVO GENERAL

Desarrollar objetos virtuales de aprendizaje para el estudio del sistema de inervación y vascularización de la anatomía dental en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, utilizando la digitalización de modelos en 3D y realidad aumentada en dispositivos móviles.

▪ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar y listar los temas y subtemas a tratar con respecto al sistema inervación, vascularización de los Órganos Dentales.
2. Listar los objetos de estudio del sistema de inervación y vascularización.
3. Desarrollar un banco de modelos 3D. con las piezas más representativas del sistema de inervación y vascularización.
4. Diseñar un sistema de gestión de los Objetos Virtuales de aprendizaje.
5. Implementar un modelo funcional de Realidad Aumentada que permita la visualización de los modelos 3D.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. MARCO TEORICO

La información sobre las diferentes disciplinas de la educación aumenta cada día, se hace necesario que la asimilación de información sea cada vez más óptima, y en este tiempo es posible debido a que se han diseñado diversos sistemas que lo facilitan, pretendiendo enriquecer los entornos de aprendizaje, inmiscuyendo en este proceso lo visual, lo auditivo y lo kinestésico para estudiar mejor según (EducarChile, 2013), debido que es la forma en que al cerebro humano llega información. Actualmente se han desarrollado sistemas que combinen lo real con lo virtual y viceversa, naciendo así temáticas como la realidad virtual, la realidad aumentada y realidad mixta. La forma de combinar estos objetos y la credibilidad de la combinación depende en gran medida, de la tecnología que se utilice, la cual ha evolucionado desde el uso de cascos con cámaras y lentes al uso de dispositivos móviles (Smartphone, tablet's) que resultan más cómodos para los usuarios. Áreas como medicina, educación, turismo, milicia y entretenimiento pueden verse beneficiadas al utilizar sistemas que utilicen realidad aumentada.

3.1.1 El Continuo De Milgram: (Kishino & Milgram, 1997), plantean el “continuo de virtualidad” o Continuo de Milgram el cual se refiere a la mezcla de objetos presentes en cualquier visualización particular (ver Ilustración 3) donde los ambientes reales, se muestran en un extremo del continuo y los entornos virtuales, en el extremo opuesto.

si se analiza la imagen desde la izquierda se ve que en esta zona solo se encuentran los objetos del mundo real, que son físicos pero no es lo mismo que observar una grabación de video en la cual ha intervenido lo digital pues ha sufrido una alteración o modificación de la misma, en el otro extremo de la pantalla en la realidad virtual sería la representación o simulación a través de un ordenador del mundo convencional, dentro de los dos se va degradando un espectro que mezcla lo virtual con lo real donde si predomina más lo real será una realidad aumentada como lo

muestra la ilustración 1 , pero si lo que predomina mas es lo virtual entonces se está frente a la virtualidad aumentada

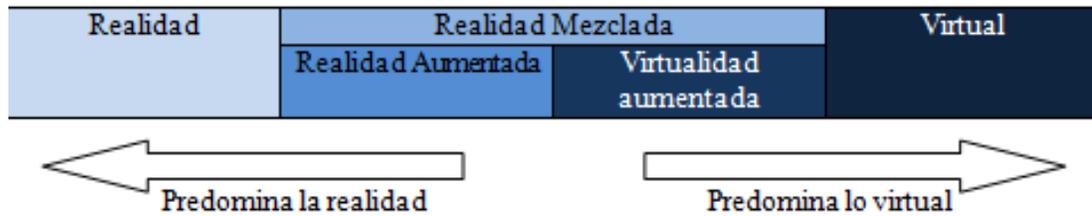


Ilustración 1 Continuo de la virtualidad de milgram (Kishino & Milgram, 1997)

Para establecer las diferencias de la Realidad Aumentada y los otros términos tratados en el Continuo de Milgram a continuación se presenta una breve definición de cada concepto.

Realidad Mezclada: Partiendo de la definición, (Kishino & Milgram, 1997). Es una subclase particular relacionada con la realidad virtual, que involucra la fusión del mundo real tal como es y el virtual. En donde no es posible notar con precisión que realidad está en predominancia (real o virtual), esta es una mezcla de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual.

Realidad Virtual: se concibe como la generación que se hace en tiempo real en un sistema virtual que busca las representaciones de la realidad a través de las herramientas tecnológicas.

Este tipo de escenarios virtuales se hacen para simular lo real en un mundo virtual donde se quiere inmiscuir tan parecidamente las conductas, características y leyes que rigen lo real. (Realidad Virtual, 2005)

Realidad Aumentada: La Realidad Aumentada es una tecnología emergente que se encuentra en desarrollo, con la que al mismo tiempo se ha ido generando un impacto positivo sobre el mercado, gracias a la cantidad de proyectos funcionales que se han y siguen realizando utilizando esta tecnología (Tovar & et al, 2011).

Realidad Aumentada en Dispositivos Móviles: por medio de la movilidad, la capacidad de procesamiento, costo, la calidad de visualización y el fácil manejo

que ofrecen como beneficio algunos de los dispositivos móviles, se hace tierra fértil para que la realidad aumentada sea implementada en ellos.

Algunos de los dispositivos móviles existentes en la actual implementación de la realidad aumentada son los siguientes:

- Teléfonos inteligentes o Smartphone.
- Tablet PC.
- PDA (Asistentes Digitales Personales)

Herramientas Para La Realidad Aumentada: Se han creado hábiles herramientas que sirvan para el desarrollo e iteración con la realidad aumentada a continuación serán anotadas las herramientas más usadas de este tipo.

- Nyartoolkit
- Qualcomm augmented reality SDK
- Wikitude
- AndAr
- Arviewer SDK

NyArtoolkit

NyARToolKit es una versión de ARToolkit desarrollada exclusivamente en Java. ARToolkit es un SDK de código abierto basado en el reconocimiento de marcadores, que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada, en las que se sobrepone imágenes virtuales al mundo real. Para ello, utiliza las capacidades de seguimiento de vídeo, con el fin de calcular, en tiempo real, la posición de la cámara y la orientación relativa a la posición de los marcadores físicos. Una vez que la posición de la cámara real se sabe, la cámara virtual se puede colocar en el mismo punto y modelos 3D son sobrepuestos exactamente sobre el marcador real, utiliza marcadores del tipo ARToolKit, y dispone de soporte para diferentes formatos 3D(.mqo, .md2, .obj) mediante el uso de la librería min3D. (NyArtoolkit, 2013).

Tabla 1 características de NyArtoolkit

Plataformas:	iPhone, Android, C#, AS3, C++ y Processing	
Tipo detección:	Detección de patrones de marcas planas (marcadores)	
Requerimientos:	Compatibles con versiones Android 2.1 o posteriores Smartphone (Android).	
Ventajas:	Soporte NDK, Permite crear las aplicaciones usando el código nativo y llamar directamente a la API de ARToolkit. Software libre.	
Desventajas:	Inestable Debe tener 100% enfocado el marcador para poder seguir el objeto virtual.	

Vuforia SDK

El SDK para realidad aumentada de (Qualcomm, 2011), permite a los desarrolladores crear atractivas aplicaciones para móviles con sistema operativo Android. Dicha plataforma se basa en el reconocimiento de imágenes para realizar

el proceso de realidad aumentada y no tanto en la información proporcionada por el GPS.

También ofrece a los desarrolladores la oportunidad de generar experiencias interactivas en 3D de alta calidad con imágenes del mundo real, como las que se utilizan en materiales impresos (libros, revistas, folletos, boletos, letreros, etc.) y envases de productos. Esto debido al desarrollo nativo en Android admitiendo las herramientas de Android (SDK, NDK) y la posibilidad de implementar una extensión de la herramienta de desarrollo de juegos Unity 3D que brinda más velocidad al desarrollar las aplicaciones y obtener un mejor rendimiento en el resultado que otras plataformas similares.

Tabla 2 Características de Qualcomm Augmented Reality SDK

Plataformas: iPhone, Android

Detección de patrones de marcas planas (marcadores)

Tipo detección:



- Requerimientos:**
- Smartphone (Android)
 - Compatibles con versiones Android 2.2 o posteriores.
-

Ventajas:

- Es muy estable.
- Permite el diseño de marcadores a partir de imágenes de alta calidad.
- Una vez cargado el contenido virtual se puede acercar el modelo 3D

Wikitude

Wikitude es un navegador de realidad aumentada para dispositivos Android, iOS y BlackBerry, diseñado por (Wikitude, 2014), que busca brindar a sus usuarios una plataforma para crear aplicaciones de realidad aumentada de una forma fácil, sin necesidad que éste tenga conocimientos previos de programación.

Tabla 3 Características de Wikitude

Plataformas:	Symbian, BlackBerry	
Tipo detección:	Basado en la Geo localización (GPS)	
Requerimientos:		<ul style="list-style-type: none">• Smartphone (Android, iPhone, Symbian, Blackberry OS 7).• Requiere que el dispositivo cuente con brújula, un magnetómetro y un acelerómetro.

Ventajas:

- Es estable.
- Permite una mejor interacción con las localizaciones en las que se encuentra el usuario en tiempo real.
- Ofrece a los usuarios descubrir detalles sobre las cercanías y acceder a artículos relacionados desde Wikipedia, información relevante publicada en redes sociales como Twitter, Facebook o contenido de páginas como YouTube.
- Licencia GPL v3

Desventajas:

- No maneja marcadores.
- Necesita servicio de internet.
- Requiere de dispositivos gama alta.

AndAr

Es un proyecto de (ARToolworks , 2014) que hace posible el uso de realidad aumentada en móviles bajo plataformas Android, haciendo uso para ello de la librería Artoolkit. Por otro lado, AndAr es un proyecto open source pero también cuenta con una licencia para aplicaciones comerciales ver tabla 4.

Tabla 4 Características de Andar

Plataformas:	Android
Tipo detección:	Detección de patrones de marcas planas (marcadores)



Requerimientos:

- Smartphone (Android).
- Compatibles con versiones Android 1.5 o posteriores.

Ventajas:

- Fue desarrollado bajo licencia GNU GPL v3.

Desventajas:

- Es inestable.
- Poca documentación.

Arviewer SDK

Arviewer es un navegador y editor libre de realidad aumentada fácilmente integrable en aplicaciones de Android. Arviewer es el resultado de la modularización del proyecto LibreGeoSocial que fue el primer visor de realidad aumentada en Android liberado bajo una licencia FLOSS (Free and Open Source Software). El navegador de Arviewer permite pintar etiquetas asociadas a objetos de la realidad utilizando la posición GPS y su altitud. Fuente (Calvo, 2011).

Tabla 5 Características de Arviewer SDK

Plataformas:	Android	
Tipo detección:	Basado en la Geo localización (GPS) y detección de patrones de marcas planas (marcadores)	
Requerimientos:	Smartphone (Android). Geo localización (GPS). Conexión a Internet.	
Ventajas:	<ul style="list-style-type: none">• Permite desplegar cualquier contenido multimedia (imágenes, audio, video y notas).• Permite el uso de realidad aumentada por Geo localización o por detección de marcadores, lo que lo hace interesante para el desarrollo de juegos que logren mezclar estos dos tipos de formas de hacer realidad aumentada.	
Desventajas	<ul style="list-style-type: none">• Es inestable.• Poca documentación.	

3.1.2 Objetos Virtuales de Aprendizaje: Los avances actuales de la tecnología, cambian el paradigma que ubicaba al docente como el "poseedor de la verdad", la "fuente de todo conocimiento" y lo transforman en el guía de los alumnos para facilitarles el uso de tácticas y herramientas que necesitan para explorar y elaborar su propio conocimiento, pasa a actuar como gestor del grupo de recursos de aprendizaje y a acentuar su papel de orientador. Permitiendo así que en el alumno se desarrolle la creatividad y la capacidad de exploración (Salmi, Kallunki, & Kaasinen, 2012).

Un objeto de aprendizaje virtual es cualquier entidad digital que puede ser, usada, rehusada o referenciada para el aprendizaje en cualquier tecnología.

Según el programa nacional de educación "Colombia aprende" un objeto virtual de aprendizaje es. Conjunto de recursos digitales que puede ser utilizado en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Además, el objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadato) para facilitar su almacenamiento, identificación y recuperación. Este es un mediador pedagógico que ha sido diseñado intencionalmente para un propósito de aprendizaje y que sirve a los actores de las diversas modalidades educativas (Ministerio de educación nacional, 2007).

En el ámbito pedagógico nacional, la Fundación Universitaria Católica del Norte cuya oferta educativa es en ambientes virtuales de aprendizajes, promueve que "la clase virtual a partir de objetos virtuales apoyan las estrategias pedagógicas y didácticas diseñadas por el docente facilitador que tiene a su cargo estudiantes en diversos contextos y puntos geográficos. En tal sentido el objeto virtual tributa a la expectativa de aprendizaje autónomo, colaborativo, cooperativo y significativo del estudiante" (Fundación Universitaria Católica del Norte, 2005).

El objetivo central de los objetos de aprendizaje consiste en posibilitar que los alumnos y los docentes puedan adaptar los recursos formativos en concordancia con sus intereses, necesidades, estilos y objetivos de formación y de aprendizaje y para ello describe varias categorías: Cursos que promuevan el uso de OVA como apoyo a

la docencia, simuladores, cursos en general, aplicativos multimedia, tutoriales, animaciones, videos, documentos interactivos y colecciones de imágenes estáticas.

(Castell & Diaz, 2010) Especialistas en comunicación digital y gestión de proyectos de las Universidades Paris, describe los OVA'S de la siguiente forma:

- ❖ Es un material digital de aprendizaje que:
 - Se fundamenta en el uso de recursos tecnológicos.
 - Se estructura de una manera significativa.
 - Sirve para adquirir el conocimiento específico.
 - Permite desarrollar competencias particulares.
 - Está asociado a un propósito formativo y educativo.
 - Puede ser consultado en medios virtuales.
 - Tiene sentido en función de las necesidades del estudiante.

- ❖ Es utilizado como:
 - Recursos didácticos incluidos en los cursos on-line.
 - Componentes para la producción intensiva de cursos en entornos digitales.
 - Recursos para flexibilización curricular.
 - Redes de objetos para gestión del conocimiento.
 - Medios de coleccione e intercambio.
 - Recursos para uso del estudiante.
 - herramientas didácticas complementarias al modelo presencial.

- ❖ Es fundamentado en:
 - la forma como consiguen conectar los procesos educativos con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).
 - Que se les considera como herramienta esencial para potenciar los procesos de educación (a tal punto que la UNESCO se ha comprometido en su análisis y desarrollo bajo el esquema de formatos de acceso abierto).

- La posibilidad de invertir en su desarrollo, ya que su concepto y entorno están en constante evolución y construcción.

❖ Sus componentes son:

- Título.
- Palabras claves.
- Objetivos y competencias.
- Contenidos temáticos multi mediales.
- Ejemplos.
- Actividades de repaso.
- Evaluación.
- Retroalimentación.
- Elementos contextuales.

❖ Sus características son:

- Reusabilidad: un objeto virtual de aprendizaje podría ser reutilizado numerosas veces en diferentes temáticas.
- Actualización fácil y Permanente: este tipo de objetos pueden ser modificados en cualquier momento para dar vigencia a los contenidos dependiendo de las necesidades.
- Costos de Desarrollo: debido a que un OVA o sus componentes pueden servir en distintos contextos de aprendizaje.
- Reducción de Tiempos: el trabajo y los tiempos de desarrollo e implementación de una materia se reducen.
- Adaptabilidad: un OVA puede ser llevado a cualquier tipo de plataforma o entorno tecnológico educativo.
- Herencia: a partir de varios OVA'S se pueden obtener un nuevo objeto de aprendizaje, con características similares lo que evita que se vuelvan a crear recursos que ya existen.

Sharable Content Object Reference Model, trata de satisfacer una serie de requisitos para los objetos de aprendizaje entre los que están: la accesibilidad a través de tecnologías web, la adaptabilidad en función de las necesidades de las personas y de las organizaciones, la durabilidad, independientemente de la evolución de la tecnología, la interoperabilidad para poder ser empleados por diferentes tipos de plataformas y la reusabilidad para su empleo dentro de diferentes aplicaciones y contextos. Su objetivo es el de establecer un modelo de referencia estándar para la creación de objetos de contenido formativo estructurado y facilitar su intercambio en diferentes sistemas educativos (SCORM Development Tools , 2011).

Los objetos de aprendizaje se clasifican teniendo en cuenta los aspectos a que están ligados como lo es, el uso pedagógico, la reutilización y granularidad, entre otras, a continuación se presenta una clasificación que va de la mano a su uso pedagógico dada por ASTD & Smart Forcé (2002), ya que se considera acertada, con el fin del proyecto, en lo que concierne a una herramienta pedagógica.

Objetos de instrucción: Son los objetos que tienen como objetivo apoyar al aprendizaje, donde el aprendiz juega un rol más bien pasivo.

Objetos de colaboración. Son objetos desarrollados para la comunicación en ambientes de aprendizaje colaborativos.

Objetos de práctica: Son objetos basados en el auto aprendizaje, con una alta interacción del aprendiz.

Objetos de evaluación: Son los objetos que tienen como función hallar el nivel de conocimiento adquirido por el aprendiz.

3.1.3 Sistema Operativo Para Dispositivos Móviles: El sistema operativo, permite la interacción funcional entre los componentes hardware y las aplicaciones, brinda una plataforma de comunicación y de configuración (OCU , 2013).

- ❖ Los sistemas operativos móviles más posicionados en el mercado de la tecnología:
 - Android OS
 - BlackBerry OS
 - iPhone OS
 - Windows Mobile OS.
 - Symbian OS.
 - S60 5th Edition OS
 - Palm Web OS

Según el estudio de (Gartner, 2013), entre mayo y junio del 2013 se vendieron un total de 435 millones de teléfonos celulares a nivel mundial, 225 millones que fueron inteligentes. Esto significa un crecimiento del 46,5% de la categoría en comparación con el mismo período el año pasado. Por otro lado, se vendieron 210 millones de teléfonos menos sofisticados, segmento que cayó un 21% si se compara con lo que ocurría en el 2012.

Las regiones del mundo que presentaron un mayor crecimiento para el segmento fueron Asia/Pacífico, donde se vendió 74,1% más teléfonos inteligentes que en el mismo período del año pasado; América Latina, donde el crecimiento fue del 55,7% y Europa del Este, donde fue del 31,6%.

Los Smartphones más vendidos a nivel mundial:

Según Gartner, (Gartner, 2013) la firma que más Smartphones vendió fue Samsung, la cual capturó un 31,7% del mercado, seguida por Apple, con el 14,2% y, en tercer lugar, LG con el 5,1%. Todas las principales marcas tuvieron un crecimiento interanual de su cuota de mercado exceptuando Apple, marca que cayó un 4,6%.

En cuanto a los sistemas operativos, Android lidera el mercado por amplio margen con el 79% de las terminales corriendo sobre esa plataforma (y las distintas personalizaciones de la misma realizadas por los fabricantes); la sigue Apple con el 14,2%; luego Windows Phone, con el 3,3% y BlackBerry OS en sus distintas versiones, el cual acapara el 2,7% del mercado (Gartner, 2013).

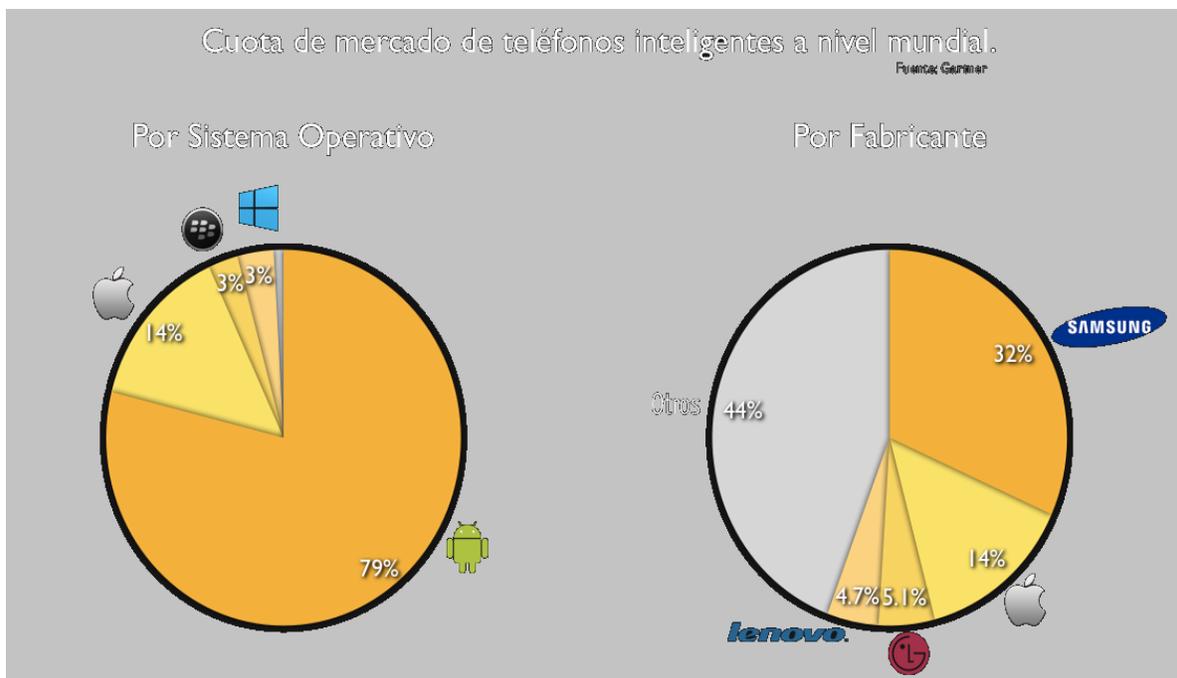


Ilustración 2 Cuota de mercado de Smartphone a nivel mundial (Gartner, 2013)

Comparado con el mismo período el año pasado, Android ganó 15 puntos porcentuales y el iOS de Apple perdió 4,6%. BlackBerry fue el gran perdedor, habiendo reducido un 2,5% de su cuota de mercado. Sin embargo, los sistemas operativos alternativos como Symbian, que apenas un año atrás ostentaba un 5,9% del mercado y hoy alcanza apenas el 0,3 y Bada que se redujo del 2,7% al 0,4% fueron los grandes perdedores, aplastados por la decisión de los fabricantes, en especial Nokia, de concentrarse en otros sistemas operativos como Windows Phone y Android. (Gartner, 2013)

Mobile learning: en el momento que los computadores y la red estuvieron al alcance de las personas promedio, se inició poco tiempo después la integración con la educación con nuevas herramientas debido a las bondades que ofrecían. Pero fue la continua evolución y miniaturización de los componentes de cómputo, que se llegó a la creación de dispositivos móviles, que han aumentado su capacidad de procesamiento, y poseen múltiples utilidades y plataformas, en donde se ha encontrado una ventaja con respecto a otras herramientas debido a la convergencia de herramientas en ellos. Los aparatos tecnológicos están encaminados hacia un

proceso de miniaturización y portabilidad. Por esta razón es una realidad que cada vez más la formación se traslade a los dispositivos móviles, los teléfonos móviles hace tiempo que están adquiriendo características de los ordenadores y éstos a su vez han sufrido un acercamiento a los primeros a través de la disminución de su tamaño y reducción de precio, la síntesis entre ambos se ha producido en las tabletas.

M-learning es la denominación utilizada para el aprendizaje mediado por un Smartphone's, Tablet's, o cualquier dispositivo que cumpla con las características de disponibilidad, tamaño, capacidad y facilidad de uso. Es el futuro de todos los sistemas de aprendizaje, al menos a gran parte de las bondades educativas que actualmente se atribuyen a los teléfonos móviles. Los dispositivos actuales (móviles, tabletas y lectores de libros) no son sino fruto de la evolución y convergencia del antiguo ordenador de sobremesa y del teléfono fijo, ambos ya usados en la educación presencial y a distancia en la era pre-Internet.

Ambientes virtuales de aprendizaje que eran de escritorio, se han extendido hacia la parte móvil, lo cual ha permitido ubicuidad al momento de aprender, además de ser personalizado, portátil, cooperativo, interactivo y ubicado en el contexto, presenta características singulares que no posee el aprendizaje tradicional mediante el uso de instrumentos electrónicos (e-learning). En el primero se hace hincapié en el acceso al conocimiento en el momento adecuado, ya que por su conducto la instrucción puede realizarse en cualquier lugar y en todo momento. Por eso, en tanto que dispositivo de ayuda al aprendizaje formal e informal, posee un enorme potencial para transformar las prestaciones educativas y la capacitación. Esto es de vital importancia en cuestiones de ahorro de tiempo en los traslados a centros de formación y costos.

El aprendizaje móvil se está convirtiendo en una de las soluciones a los problemas que confronta el sector educativo. Por eso el programa de actividades de la UNESCO se basa en un número cada vez mayor de iniciativas conjuntas encaminadas a estudiar de qué manera las tecnologías móviles pueden propiciar la consecución de la Educación para Todos (EPT). Entre sus asociados figuran la

empresa Nokia y el Departamento de Estado de los Estados Unidos de América (UNESCO, 2013).

3.1.3. Entornos Para El Modelado 3D

Autodesk 123D: Autodesk 123D Design ayuda a los usuarios a comenzar sus proyectos al proporcionarles formas básicas y ejemplos de modelos que los harán avanzar de la pantalla en blanco al diseño con rapidez. A través de las interacciones naturales para añadir objetos al lienzo y montar piezas juntas, los usuarios disfrutan del proceso de diseño y crean impresionantes diseños en 3D que pueden imprimir. 123D Design también incluye kits preestablecidos, tales como robots o casas, que ofrecen una forma divertida para experimentar con ideas de diseño o para familiarizarse con conceptos de diseño. Encontrará más kits disponibles en línea, en el sitio web de 123D. (González, 2012).

3D Studio Max: Otra opción, Autodesk 3ds Max, proporciona potentes herramientas integradas de modelado, animación, renderizado y composición en 3D que multiplican rápidamente la productividad de los artistas y diseñadores, pues ofrece herramientas específicas a los desarrolladores de juegos, realizadores de efectos visuales y diseñadores gráficos o bien, características especializadas para los arquitectos, diseñadores, ingenieros y especialistas en visualización. (Autodesk, 2014)

Blender: Es un programa informático multiplataforma de gran potencia, dedicado especialmente al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales. El programa fue inicialmente distribuido de forma gratuita pero sin el código fuente, con un manual disponible para la venta, aunque posteriormente pasó a ser software libre. Actualmente es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, GNU/Linux, Solaris, FreeBSD e IRIX. (Blender.org, 2012)

Rhinoceros se especializa principalmente en el modelado libre mediante NURBS. Aunque hay disponibles varios agregados (add-ons), también desarrollados por Robert McNeel & Associates, para el renderizado foto realístico raytracing (Flamingo), renderizado no foto realístico (Penguin) y la animación (Bongo). Como

muchas aplicaciones de modelado 3D, Rhinoceros incorpora el lenguaje llamado RhinoScript, basado en Visual Basic. Rhino 3D se ha ido popularizando en las diferentes industrias, por su diversidad, funciones multidisciplinarias y el relativo bajo costo. Las vastas opciones para importación y exportación en el programa es una razón del crecimiento de su uso. La gran variedad de formatos con los que puede operar, le permite actuar como una herramienta de conversión, permitiendo romper las barreras de compatibilidad entre programas durante el desarrollo del diseño. (Robert McNeel & Associates, 2014)

Maya: es un software de animación en 3D que proporciona un conjunto completo de funciones creativas para realizar en 3D animación por ordenador, modelado, simulación, renderización y composición dentro de una plataforma de producción sumamente ampliable. Ahora Maya incluye tecnología de visualización de última generación, flujos de trabajo de modelado más rápidos y nuevas herramientas para gestionar datos complejos. (Maya ®, 2013)

SketchUp: Está diseñado para que cualquier persona pueda utilizarlo se puede descargar de la página de google ya que es gratuita y es muy fácil su instalación, Existen varios foros, el principal en inglés es sketucation y en español es. Sketchando. Publica el lenguaje en el que está escrito “Ruby” los comandos para que los usuarios puedan escribir segmentos de programa para cambiar la funcionalidad. Estos pequeños o grandes programas se llaman plugins. Existe una gran variedad de estos con aplicaciones particulares como el dibujo automatizado de techumbres, piezas de acero, cabello, etc. Esta herramienta no está disponible para Linux y es muy limitado en comparación a otras herramientas. (Trimble Navigation Limited, 2013)

3.1.4 Sistema de Inervación y de Vascularización de los Órganos Dentales

Estomatognático: Unidad biológica funcional perfectamente definida integrada por un conjunto heterogéneo (en cuanto a su origen) de órganos y tejidos cuya

fisiología y patología son interdependientes (SALCEDO, 2009). Sus componentes anatómicos son

- HUESOS: (cráneo, mandíbula, hioides, clavícula, y esternón).
- MUSCULOS:(de masticación, deglución y expresión facial)
- ARTICULACIONES:(dentó alveolar y tempo mandibular).
- LIGAMENTOS: (periodontales y tempo mandibulares)
- LENGUA, LABIO Y CARRILLOS
- DIENTES: (incisivos, caninos, molares y premolares)
- SISTEMA VASCULAR, NERVIOSO, LINFATICO

Sistema de inervación: Es el conjunto de componentes, como lo son las neuronas (siendo células nerviosas especializadas), el cerebro, cerebelo, puente, bulbo, medula espinal y las relaciones formadas por una extensa red entre ellas que permiten la comunicación, control y coordinación desde el sistema de control central en el cerebro hasta cada parte del cuerpo, captando las señales del medio y procesándolas, encargado de una serie de actividades complicadas pero vitales para los seres vivos, algunas de sus tareas son las contracciones musculares, como por ejemplo: el corazón para el bombeo de la sangre, el control de la producción de sustancias necesarias de glándulas y vísceras que intervienen en otros sistemas, así como el sistema de locomoción (Romero, 2011).

Nervio trigémino: El nervio trigémino o nervio trigémino (del latín: trigeminus, de tres mellizos), es también conocido como quinto par craneal o V par, es el nervio de mayor tamaño de los nervios craneales, es mixto pues posee las siguientes funciones (sensitivo, sensorial y motor), emerge de la superficie medio lateral de la protuberancia y se asienta en la caverna trigémino, con una raíz sensitiva grande y una motora pequeña.

La raíz sensitiva o aferente se dirige hacia el ganglio trigémino el cual se divide en tres porciones principales nervio oftálmico V1, nervio maxilar V2, maxilar inferior o mandibular V3.

Las ramas motoras o eferentes se originan en el núcleo motor trigémino que se localiza cerca del núcleo sensitivo del trigémino y se unen al ramo mandibular. La porción motora aferente inerva así los músculos masticadores, como el temporal, el masetero, pterigoideo medial y lateral, además del tensor del tímpano, tensor del velo palatino, el milohioideo y el vientre anterior del digástrico. (Rivera , 2011). Claramente representadas en la siguiente ilustración.

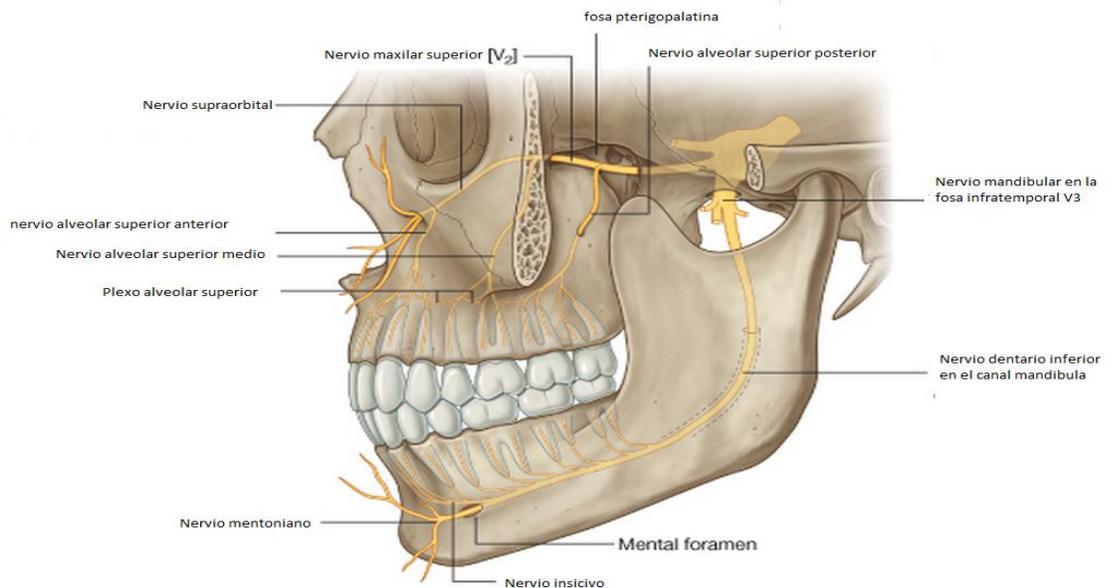


Ilustración 3 Nervio trigémino y sus ramificaciones (Drake, Vogl, Gray, & Mitchell, Gray's Anatomy for Students, 2010)

Nervio oftálmico V1:

Penetra en la hendidura esfenooidal se dirige hacia arriba y adelante, penetra en el seno cavernoso donde se divide en sus ramas terminales, nervio lagrimal, nasal y frontal. (Ruiz Liard & Latarjet, 2006)

Nervio maxilar superior V2:

Segunda rama del trigémino que nace del ganglio de Gasser, es sensitiva, pero contiene ramas motoras provenientes del séptimo par. Lleva información sensitiva

del tercio medio de la cara y dientes superiores, abandona el cráneo por el agujero redondo mayor y llega a la fosa pterigo-maxilar donde se divide en las siguientes ramas, Nervio alveolar superior posterior, Nervio alveolar superior medio, Nervio alveolar superior anterior, Nervio infraorbitario. (Rivera , 2011)

Nervio alveolar superior posterior:

Es un ramo del nervio maxilar que sale de la fosa pterigopalatina y se separa un poco antes de entrar en la cavidad orbitaria, pronto se divide en dos o tres ramos que atraviesan por separado la pared posterior del maxilar. Se distribuye inervando los molares superiores y la membrana mucosa del seno maxilar. (Esquivel, 2013)

Nervio alveolar superior medio:

En algunos casos puede llegar a no existir, pero cuando si, se origina como una ramificación del nervio sub orbitario, desciende por el espesor de la pared anterior del seno maxilar, y termina formando el plexo dentario medio, inervando los premolares superiores. (Esquivel, 2013).

Nervio alveolar superior anterior:

Nace del maxilar superior en un punto generalmente externo e inferior, ubicado aproximadamente a 1,61 cm. del reborde suborbitario, siendo éste un valor promedio hallado en las observaciones de los casos que integran nuestra casuística, en donde se encuentran valores extremos como 0,91 y 1,87 cm. Este punto puede o no estar situado en el interior del conducto suborbitario, puesto que la ubicación del lugar en que el canal se cierra transformándose en conducto, es muy variable, De la unión del tercio medio con el tercio posterior de la porción orbitaria del nervio dentario anterior, se desprende el nervio dentario medio (cuando no lo hace del tronco del maxilar superior) que toma una dirección más oblicua que la del dentario anterior y se dirige, como el, a la cara geniana del hueso maxilar superior; a nivel del agujero suborbitario se divide en dos ramas terminales: una anterior y otra posterior que se integra al plexo maxilar superior. Este inerva los dientes incisivos y caninos. (Botti, 2013)

Plexus dentario superior:

Partir del cual salen los ramos dentarios que inervan los dientes del maxilar superior (Botti, 2013).

Nervio infraorbitario:

Es la rama terminal del nervio maxilar superior que penetra en la base de la órbita por el agujero infraorbitario, pasando por el canal infraorbitario atraviesa para convertirse en un nervio cruciforme (en forma de penacho) e inerva a la piel del ala de la nariz, labio superior y mucosa, encía vestibular del canino superior hasta la línea mesial, región cigomática (pómulo) y párpado inferior. (Esquivel, 2013).

Nervio maxilar inferior o mandibular V3:

Al contrario de lo que ocurre con los otros dos nervios del trigémino este es mixto pues tiene una raíz sensitiva voluminosa y una motora pequeña destinada a los músculos masticadores. Este atraviesa el agujero oval para llegar a la fosa infratemporal y convertirse en nervio alveolar inferior el cual se divide en plexo dentario inferior, y antes de llegar al agujero mentoniano se divide en, nervio incisivo, y como terminación el nervio mentoniano. (Rivera , 2011).

Nervio alveolar inferior:

Proviene del maxilar inferior, atravesando el canal mandibular, se dirige a la cara interna de la rama mandibular(espacio pterigomandibular) para atravesar el agujero dentario inferior; antes de hacerlo, da origen al nervio milohioideo, destinado a los músculo milohioideo y vientre anterior del digástrico; tras cruzar el agujero dentario inferior, recorre el conducto dentario inferior para inervar a molares y premolares inferiores y a su aparato de sostén, y a la altura de la primera premolar inferior se divide en dos ramas:

Una interna, la incisiva, destinada a incisivos y canino inferior y a su aparato de sostén, y otra externa, la mentoniana, destinada a las partes blandas del mentón, el labio inferior y la encía y surco vestibular de incisivos, canino y primera premolar inferior. (Esquivel, 2013).

Plexo dentario inferior:

Se origina en el nervio dentario inferior, saliendo de este como filetes nerviosos e inerva todos los molares y premolares inferiores (Botti, 2013).

Nervio incisivo:

Es la ramificación del nervio dentario inferior, la cual inerva piezas dentarias, periodonto, alvéolo desde los caninos hasta los incisivos centrales, para anastomosarse con el del lado opuesto, (Esquivel, 2013).

Nervio mentoniano:

Es la ramificación terminal del nervio dentario inferior, la cual entra por el agujero mentoniano y sale en forma de ramillete (Velayos & Santana, 2007).

Vascularización: Es la interrelación funcional de los vasos sanguíneos (venas, arterias y capilares), los pulmones, alveolos y el corazón, donde a este llegan las venas pobres oxígeno y llenas de productos de desechos que se bombean desde el ventrículo izquierdo a la arteria aorta donde fluye a través de su ramificaciones terminando en los capilares que son de tamaño microscópico es allí donde hay en el intercambio y sustancias nutritivas desembocando en las vénulas, haciéndose estas cada vez más gruesas, hasta llegar a las venas cavas, entrando en la aurícula derecha hasta el ventrículo derecho, pasando por los pulmones hasta los alveolos cargando de oxígeno la sangre (Velayos & Santana, 2007).

Arterias: Son conductos tubulares membranosos y elásticos que transportan sangre a presión rica en oxígeno desde el corazón hasta las diferentes partes del cuerpo por medio de sus ramificaciones terminales conocidas como capilares, poseyendo una estructura de 3 capas, como lo son (Calderon, 2011).

- Intima: es la capa más interna que reviste el lumen de los vasos sanguíneos
- Media : conformado por fibras musculares de un aspecto liso, encontrándose entre la capa íntima y la adventicia

- Adventicia: compuestas por fibras elásticas y algunos colágenos, entre las principales arterias que irrigan a los dientes tanto superiores como inferiores, al maxilar y la mandíbula se tiene:
- Arteria y vena alveolar superior anterior
- Arteria y vena alveolar superior posterior
- Arteria alveolar inferior y vena en canal mandibular

En la ilustración 9 se encuentran las arterias y venas que inervan los dientes y recorren el maxilar superior e inferior.

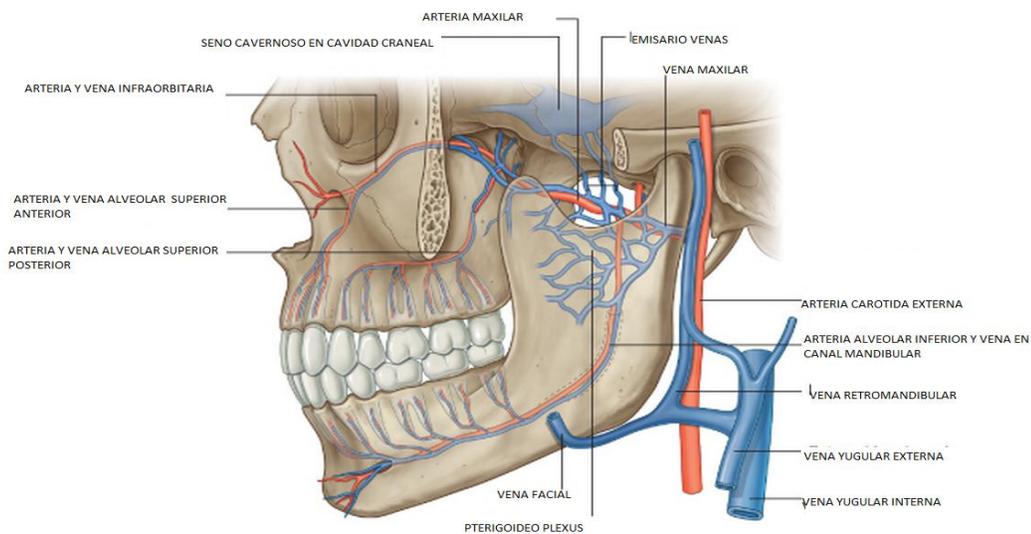


Ilustración 4 Sistema de vascularización dental y sus ramificaciones (Drake, Vogl, Gray , & W.M, Gray's Anatomy for Students, 2010)

Arteria carótida externa:

Arteria que nace de la bifurcación en el cuello de la carótida (carótida primitiva) en el borde superior del cartílago tiroides, a la altura de la cuarta vértebra cervical (C4). Continúa su trayecto hasta la región retromandibular y, tras emitir 6 ramas colaterales, se divide en dos ramas terminales: la arteria temporal superficial y la arteria maxilar interna. (Martinez, 2013).

Arteria maxilar:

Se origina de la bifurcación de la arteria carótida externa se extiende a través de la región pterigomaxilar, hasta el agujero esfeno palatino, es muy flexuosa en todo su trayecto y se divide en: arteria alveolar superior anterior, arteria superior media, arteria alveolar inferior, arteria infraorbitaria. (Martinez, 2013).

Arteria alveolar superior anterior:

Es una rama de la arteria infraorbitaria que se anastomosa con la rama alveolar superior posterior e irriga los dientes incisivos y caninos superiores. (Diamond, 2000).

Arteria alveolar superior media:

Es una rama que se desprende de la arteria infraorbitaria, que desciende para irrigar los dientes. (Diamond, 2000).

Arteria superior posterior:

Surge de la arteria maxilar y desciende en la zona posterior del hueso maxilar hasta ingresar con los nervios correspondientes y dirigirse hacia los premolares y molares y al igual que los nervios se constituyen rama para las encías, las mejillas y el seno maxilar. (Diamond, 2000).

Arteria alveolar inferior:

Nace de la arteria maxilar interna tiene un trayecto descendente, penetrando en el conducto dentario de la mandibular el cual recorre en toda su longitud y da ramos óseos y ramos dentario para las raíces de los dientes. Al final del conducto se divide en dos ramas terminales la mentoniano y la incisiva. (Martinez, 2013).

Arteria infraorbitaria:

Acompaña al nervio maxilar superior en su camino al agujero infraorbitario, y es la rama terminal de este ramo. (Martinez, 2013).

Arteria incisiva:

Él ramo incisivo se continúa hacia delante bajo los dientes incisivos hasta su línea media, donde se anastomosa con la arteria del lado opuesto. La arteria alveolar inferior y su ramo incisivo emiten durante su trayecto a través de la sustancia ósea unas pocas pequeñas ramas que pierden en el tejido esponjoso, y una serie de ramas que corresponden en número a las raíces dentales: éstas entran en las diminutas aberturas en los extremos distales de las raíces, e irrigan la pulpa dentaria. (Diamond, 2000).

Vena maxilar:

Se halla a nivel profundo del cuello de la mandíbula discurre hacia atrás para unirse a la vena temporal superficial y forma la vena retromandibular. (Diamond, 2000).

Vena yugular interna:

Se origina del seno lateral a nivel del agujero rasgado posterior es una vena que recibe sangre del cerebro, cara cuello, comienza en el agujero yugular del cráneo como continuación del seno sigmoideo, desciende por fuera de la arteria carótida interna, primero, por fuera de la carótida común, después, en la llamada vaina carótidea. Y se une a la vena subclavia por detrás del extremo medial de la clavícula. (Diamond, 2000).

Vena yugular externa:

La vena yugular externa desde el lugar de su formación desciende verticalmente por la cara externa del músculo esternocleidomastoideo. Cerca de la parte media de la longitud del músculo esternocleidomastoideo la vena yugular externa alcanza su borde posterior y sigue por el mismo, sin llegar a la clavícula. (Diamond, 2000).

Irrigación de las venas del maxilar

La circulación venosa de las piezas dentarias superiores es de la siguiente manera:

Premolares y molares:

Son drenados por vénulas pulpares que se fusionan con vénulas óseas (de la apófisis alveolar), vénulas gingivales (de las encías) y vénulas antrales (de parte del seno maxilar) formando las venas dentarias posteriores que después de recibir a las venas gingivales drenan en el plexo venoso pterigomaxilar. (Calderon, 2011).

Incisivos y caninos:

Son drenados por vénulas pulpares, que se fusionan con vénulas óseas (de la apófisis alveolar), vénulas gingivales (de las encías), antrales (de parte del seno maxilar) formando las venas dentaria anterior afluente de la vena suborbitaria la cual termina en el plexo venoso pterigomaxilar. (Calderon, 2011).

Irrigación de la mandíbula

La sangre venosa de los dientes mandibulares es llevada por la vena dentaria inferior, formada por la unión de las venas incisiva y mentoniana. (Calderon, 2011).

La vena incisiva:

Se origina por la confluencia de las venas pulpares, que nacen en los incisivos y caninos y las venas óseas de la apófisis alveolar. A nivel de los premolares se anastomosa con la vena mentoniana que proviene de las partes blandas del mentón, y así forman la vena dentaria inferior. Esta vena recorre el conducto dentario recibiendo el aporte de las venas pulpares de los premolares y molares y óseas del reborde alveolar y después de recibir la vena milohioidea desemboca en el plexo venoso pterigomaxilar.

Del plexo venoso pterigomaxilar nace un corto tronco venoso, la vena maxilar interna, que abandona la fosa cigomática y en unión con la vena temporal superficial forma el tronco temporomaxilar. El tronco temporomaxilar penetra en el espesor de la parótida y a la altura del ángulo de la mandíbula se fusiona con la vena facial o desemboca directamente en la vena yugular interna. En su travesía glandular origina la vena yugular externa. Las venas de los maxilares y del sistema dentario se

anastomosan con la vena facial y el tronco temporomaxilar, de tal manera que la sangre venosa de la mitad anterior de ambos maxilares desagua en la vena facial y, de la mitad posterior de ambos maxilares terminan en el plexo venoso pterigomaxilar. (Calderon, 2011).

Pulpa dental: la pulpa dental es un órgano de tejido conjuntivo tiene la particularidad de ser el único tejido blando el diente. El espacio pulpar es la zona del diente ocupada por este tejido y se divide en una porción coronal (o cámara pulpar) y una porción radicular (o canal de la raíz). Que contiene numerosas estructuras, como arterias, venas, un sistema linfático y nervios. Su principal función es la de formar la dentina del diente. Los vasos sanguíneos penetran la pulpa acompañados de fibras nerviosas sensitivas y autónomas, donde la más grande concentración de fibras nerviosas se encuentra en los cuernos pulpares y salen de ella a través del conducto apical, debido al reducido tamaño de la pulpa, estos son de pequeño calibre y las arteriolas son de mayor tamaño (van de los 50 a los 150 μ m de diámetro); en su recorrido llegan a la región de la pulpa central o coronaria donde los vasos se ramifican, disminuyen de calibre y forman el plexo capilar subodontoblástico (Oberti & Acuña, 2002).

3.2 ESTADO DEL ARTE

Las limitaciones y hallazgos encontrados en las investigaciones que antecedieron a este proyecto fueron la carencia de la integración con modelos como el maxilar inferior, superior y órganos dentales, que permiten un mejor análisis en la anatomía dental.

Esta investigación ofrece una mejora a las herramientas señaladas en la literatura consultada, ya que se agregaron funcionalidades de transparencia sobre los objetos hasta en tres objetos de profundidad (morfología del diente, pulpa dentaria, y ramas terminales) y se integraron los modelos del maxilar inferior, superior y órganos dentales.

3.2.1 Objetos Virtuales de Aprendizaje

Ámbito Nacional: El Ministerio de Educación Nacional, desarrolló un proyecto de cobertura e integración de nuevas metodologías y tecnologías en el ámbito de la educación nacional, dicho proyecto consistía en la convocatoria de personal interesado en desarrollar Objetos Virtuales de Aprendizaje con el fin de fortalecer la base de datos de OVA que actualmente hay en el país y además de esto ponerlo a disposición en el ámbito nacional e internacional con el fin de posesionar el país como figura importante en el campo de los Objetos Virtuales de Aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional, 2005).

Consecutivo al primer proyecto del Ministerio de Educación Nacional en 2005 (el cual fue a manera de concurso), el ministerio de educación nacional planeo fortalecer banco de Objetos Virtuales de Aprendizaje, esta vez solicitó a las Instituciones de Educación Superior la provisión de OVA que posean en sus Corporaciones, que en mayoría son proyectos de aula que no se les ha dado la trascendencia que deberían tener, con esta iniciativa se estará creando el Banco Nacional de Metadatos de Objetos de Aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional, 2007).

La elaboración del OVA sobre “Técnicas de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva - TFNP” se desarrolló como parte de la estrategia de los proyectos de aula que el Programa de Fisioterapia de la Universidad de Santander adelanta en su preocupación por hacer del aprendizaje una experiencia emocionante y relevante. Refiriéndose a libros o contenidos en formato digital diseñados para la educación facilitada con objetos virtuales de aprendizaje. El propósito fue proporcionar al fisioterapeuta (profesional o en formación) una herramienta que le facilite el aprendizaje de los patrones de movimiento al integrar la acción que se realiza con los músculos que la ejecutan, detallando el trabajo individual del músculo, su origen, inserción, inervación y acción, así como su trabajo en conjunto con otros músculos, utilizando para ello: texto, dibujo, fotografía y video.

También existe otro modelo de desarrollo de OVA creado por la Universidad Pontificia Bolivariana llamado “Metova”(Metodología para el diseño de Objetos Virtuales de Aprendizaje) que tiene como característica principal la necesaria participación de profesionales en la áreas del conocimiento que requiera la elaboración de un OVA, esta metodología consta de unas 7 etapas (Planeación Conjunta, Propuesta didáctica y comunicativa, Diseño del Aprendizaje, Diseño del Enseñanza, Mapa de Navegación, Guion y Producción) dividiéndose a su vez en sub-etapas que buscan suplir cada una de las necesidades del OVA (Patiño & et al, 2009).

En la Universidad UCC de Bucaramanga se buscó tener una alternativa para la enseñanza de la programación en la asignatura Estructura de datos, por lo cual se desarrolló un Objeto Virtual de Aprendizaje web basado en la plataforma moodle para el estudio de dicha asignatura, ofreciendo contenidos teóricos, multimedia y pruebas esenciales en un OVA (Medina & Guerrero, 2009).

Como esta descrito en los dos párrafos anteriores, en el país el desarrollo de OVA ha dado pasos con la construcción de repositorios de OVA’S, se han realizado estudios que buscan establecer una manera de estandarizar la elaboración de los Objetos Virtuales de Aprendizaje definiendo pasos o fases en la línea de vida de desarrollo de un OVA. Como prueba de esto se muestra la creación de un modelo

estratégico de desarrollo de OVA dirigido por la Universidad Pontificia de Cali que “construyó un modelo de diseño de objetos que tiene inmerso un modelo de ciclo de vida de software, un modelo pedagógico, una propuesta de diseño gráfico y de integración de medios, lo que posibilita a los objetos ser reutilizables, interoperables y escalables” (Borrero & et al, 2010).

Otros proyectos desarrollados el titulado Sistema de realidad aumentada para apoyar la enseñanza de sólidos básicos en cálculo vectorial Esta investigación es desarrollada por Guzmán, (2011) de la Universidad Católica de Colombia, en donde se implementó la realidad aumentada como apoyo a la enseñanza de conceptos matemáticos Visio-espaciales, con el propósito de facilitar el desarrollo de habilidades en el cálculo de diversas variables, de forma didáctica, a través de la interacción con figuras geométricas.

Ámbito Internacional:

Second Life es una plataforma que se puede utilizar para el análisis de algunas prácticas no institucionalizadas de enseñanza-aprendizaje al interior de la misma, a través de esta se visibilizan estrategias mediacionales como la descripción, modelado y valoración de procedimientos. Una particularidad central de las prácticas seleccionadas para este estudio, es que los usuarios participantes pese a que adoptan roles de profesores/tutores o aprendices, no se asumen como tales. Metodológicamente, el acercamiento es realizado a través de la observación participativa en línea dentro de la Isla Reforma en el Second Life, así como de entrevistas semi estructurada.

Existe un OVA llamado “DNA from the beginning” que permite la enseñanza del ADN muy ordenada y detalladamente. Cuenta con teoría, animaciones, gráficos y simulaciones acerca del mundo del ADN y cada una de sus subtemas (Cold Spring Harbor Laboratory, 2002).

Los OVA’S también incursionaron en la música y la acústica de las canciones, creando el sistema “Music Acoustics” en “University of New South Wales”, que te

permite obtener información acerca de la teoría necesaria para la música y además tiene algunos test como por ejemplo la prueba que mide la capacidad de tu oído de identificar notas musicales (Wolfe, 2004).

Cosmo Learning fue creado con el objetivo de ofrecer educación online gratuita, es una plataforma que ofrece videos conferencias, cursos, documentales, libros, exámenes, apuntes y mucho más, ya que su objetivo es ofrecer el conocimiento Universal, como lo expresan las siglas de su nombre (CosmoLearning, 2007).

La BBC es una plataforma llamada “BBC Learning Schools” o en su siglas en español Escuela de Aprendizaje BBC, que permite el estudio de las asignaturas básicas de la primaria y secundaria a través de OVA’S, además prueba el conocimiento adquirido por medio de concursos y test (BBC, 2014) .

3.2.2 Realidad Aumentada: La realidad aumentada se trata de una disciplina bastante nueva. La primera interfaz que introducía conceptos de realidad aumentada fue desarrollada en los años 60 aunque la expresión en sí de realidad aumentada hay que atribuírsela al antiguo investigador de Boeing, Tom Caudel, que se considera que fue quien acuñó el término en 1990. En los años noventa, algunas grandes compañías utilizaban la realidad aumentada para visualización y formación pero no sería hasta el año 1998 cuando se celebrara el primer congreso internacional sobre la materia, el «International Workshop on Augmented Reality '98» -IWAR 98- en San Francisco, congreso que ha ido reproduciéndose posteriormente cada año y que ahora se realiza bajo el nombre de IEEE «International Symposium on Mixed and Augmented Reality» (IEEE., 2014).

Finalmente, con la llegada del año 2000 y los avances en los sistemas informáticos llega el ‘boom’ de la realidad aumentada. En concreto, en este año, se presenta ARQuake, el primer juego al aire libre con dispositivos móviles de Realidad Aumentada, desarrollado por Bruce H. Thomas. A finales del 2008 sale a la venta AR Wikitude Guía, una aplicación para viajes y turismo basada en sistemas de geoposicionamiento, brújula digital, sensores de orientación y acelerómetro, mapas, video y contenidos informativos de la Wikipedia, desarrollada para la plataforma

Android. En 2009, AR Toolkit es portado a Adobe Flash (FLARToolkit) por Saqoosha, con lo que la realidad aumentada también llega al navegador web. Finalmente, en el año 2009 se crea el logo oficial de la Realidad Aumentada con el fin de estandarizar la identificación de la tecnología aplicada en cualquier soporte o medio por parte del público general. (Rolando, 2012).

Tabla 6 Otros proyectos de RA

País	Proyecto
Dinamarca	<p>“Augmented reality with chemistry, molecule structuring” realizado por la Universidad de Aalborg en Copenhague. Es una herramienta de Realidad Aumentada para apoyar la enseñanza de la química, con respecto a las relaciones espaciales dentro y entre las moléculas. (Maier & Klinker, 2013).</p>
España	<p>Software “Mobile Augmented Reality, an Advanced Tool for the Construction Sector” desarrollado por (Izkara, Pérez, Basogain, & Borro, 2001), hace posible aumentar la eficiencia y la seguridad en las obras de construcción, manteniendo actualizada la información sobre el sitio de trabajo, actividades, y trabajadores.</p>
Nueva Zelanda	<p>“Magic Book” explora transición perfecta entre la realidad y la realidad virtual. Cuando los usuarios ven las páginas de un libro real a través de una pantalla de mano que pueden ver contenido virtual superpuesta sobre las páginas reales. Cuando ven una Realidad Aumentada (AR) escena que les gusta, el usuario puede volar en la escena y experimentarla como un entorno virtual inmersiva. (Billinghurst & et al, 2008).</p>

México

AR Sistema digestivo: El siguiente documento presenta el proceso de desarrollo de una nueva herramienta, educativo que utiliza técnicas de modelado en 3D y realidad aumentada para permitir tercero y cuarto grado de visualizar mejor el sistema digestivo (Ceniceros & et al, 2013).

Realidad Aumentada En la Educación: Referente a esto, se muestra una importante aplicación en realidad aumentada, en el campo del entretenimiento educativo emergente mediante la presentación de AR-inmersiva de cine, una novedosa aplicación de AR para exposiciones de los museos. La aplicación está diseñada para fusionar los usuarios pasados y presentes, sumergiendo a los participantes en la historia. Sometiéndolos a una posterior evaluación de la experiencia del usuario, esto se hace para demostrar los beneficios de utilizar esta tecnología en los museos, enriqueciendo el entorno de visualización y la interactividad con lo la información. En el ámbito de la educación se desarrolló un nuevo concepto en los laboratorios virtuales y remotos: el laboratorio remoto aumentado (ARL). ARL se está probando en el primer y segundo año de los nuevos grados en ingeniería industrial y equipo de ingeniería, respectivamente, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Huelva, España. Por medio de técnicas de realidad aumentada, ARL permite al alumno experimentar sensaciones y explorar las experiencias de aprendizaje que, en algunos casos, pueden superar los ofrecidos por las clases tradicionales de laboratorio. (Andujar & et al, 2011).

En el ámbito nacional la Realidad Aumentada se ha tomado muchas áreas, en donde es aplicada, como lo es la arquitectura, publicidad, juegos, medicina, entre otras.

En cuanto a la prestación de servicios, están Empresas reconocidas como lo es Ciudad GURU, en las que multinacionales como Carvajal, trata de que por primera vez en el país, se implemente el uso de la realidad aumentada en aplicativos de uso masivo. Con este servicio el usuario podrá no solo encontrar la ubicación de los

establecimientos cerca al lugar donde se encuentra, sino la dirección y distancia donde están, convirtiéndose en una guía de desplazamiento por la ciudad de forma permanente. (Caceres , 2012).

En el ámbito local en la región de Bolívar la Universidad de Cartagena desarrolló un sistema de apoyo al aprendizaje de la química molecular titulado "aplicación de realidad aumentada en la enseñanza de la simetría molecular para lograr un aprendizaje significativo" que se muestra con el objetivo de implementar una novedosa estrategia pedagógica de enseñanza y aprendizaje que utiliza una cartilla didáctica y una aplicación en realidad aumentada que muestra objetos en 3D en este caso moléculas, que los estudiantes pueden manipular. (Tovar & et al, 2011).

Realidad Aumentada En La Salud: En la Odontología la Realidad Aumentada también incursionó así como en muchas áreas de la ciencia dando como resultado un software aplicado a la implantología dental desarrollado por "D. I. Abadía" de España en colaboración con el Dr. José Ignacio Salmerón, este software muestra la simulación del proceso de reconstrucción oral de una persona, aumentando la mandíbula inferior y Mostrando los pasos detallados para realizar una exitosa rehabilitación oral (Salmeron, 2010).

Por otra parte en el campo de la medicina, se cuenta con un sistema con Realidad Aumentada llamado "Freehand SPECT", desarrollado por un grupo de estudiantes aspirantes a doctorado, en el Instituto para Procedimientos Médicos Asistidos por Computadora y Realidad Aumentada, de la Universidad Técnica de Múnich, el sistema de RA desarrollado por ellos, construye y muestra imágenes en 3D de órganos internos de un cuerpo, superpuestas sobre el mismo, ubicados en la parte inmediatamente superior de su ubicación real, con la ayuda de trazadores radio-marcados colocados en las partes de interés quirúrgico del paciente, que actúan en conjunto con una sonda de mano que es la encargada de escanear el interior de la persona. Lo que ayuda a distinguir claramente el sitio donde se intervendrá quirúrgicamente (Nassir & et al, 2012).

3.2.3 Antecedentes: De los proyectos de investigación anteriores a éste, en relación al desarrollo de OVA's en realidad aumentada en dispositivos móviles para el estudio de la Odontología en Universidad de Cartagena, se encuentran los siguientes:

“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” proyecto desarrollado por los investigadores; Ing. Luis Carlos Tovar Garrido, (M.Sc.) Doctor Salvador Insignares Ordóñez y los coinvestigadores; José Alfredo Bohórquez Aguilar, Cesar Andrés Velásquez Martínez. Este proyecto consistía en la creación de 16 piezas dentarias principales, debido a su simetría se hicieron 16 de 32, la teoría correspondiente a cada diente y etiquetas que señalan su morfología. (Insignares & et al, 2013)

“DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA” proyecto desarrollado por los investigadores; Ing. Plinio Puello Marrugo, (M.Sc.) Doctor Salvador Insignares Ordóñez y los coinvestigadores; Abel pomares Agamez y José Esteban Betin Díaz . Este proyecto consistía en la creación de dos modelos 3D, el maxilar superior y la mandíbula, teoría y la visualización en realidad aumentada.

Los dos aplicativos anteriores fueron desarrollado para dispositivos Android 2.0 en adelante, cuenta con preguntas de evaluación, y retroalimentación de las mismas, los modelos fueron desarrollados en Blender, y la aplicación en Unity. (Puello & et al, 2013)

4 METODOLOGÍA

En este punto se muestra una descripción de la forma y métodos utilizados en la investigación, que arrojaron como resultado la creación de los OVA's, para el estudio del sistema de inervación y vascularización de los órganos dentales, siendo esta la solución desarrollada para la problemática descrita en el planteamiento del problema, la cual se logró mediante la interrelación y ejecución de diferentes pasos que dieron cumplimiento a los objetivos propuestos.

El proyecto está enmarcado en un tipo de investigación aplicada, pues no es más que la implementación de, algunas características específicas inmersas en el contexto del problema de estudios investigativos ya existente, como lo son los OVA's, e implementar objetos virtuales de aprendizaje para la enseñanza del sistema de inervación y vascularización de los órganos dentales a través de realidad aumentada en dispositivos móviles.

Posee una parte descriptiva la cual se nota al relatar dentro de la Facultad de Odontología, características que muestran cómo se lleva a cabo la enseñanza por parte del ente docente de la temática, del sistema de inervación y vascularización de los órganos dentarios, en la materia de anatomía dental inscrita a un área de interés, situación, y población específica, en la Universidad de Cartagena.

Además es experimental pues la inclusión de realidad aumentada en OVA's es una nueva variable propuesta, para la solución de la problemática en la enseñanza de la anatomía del sistema de inervación y vascularización dentaria, y ¿permite la comparación y el análisis con la metodología actual?

Para obtener la información suficiente para la creación de los modelos 3D fue pertinente 12 doce reuniones con profesores que poseen una gran experiencia, y que se encuentran vinculados a la Universidad de Cartagena hace muchos años, cuyos nombres se mencionan a continuación, el especialista en rehabilitación oral Dr. Salvador Insignares el cual se reunía con los co-investigadores en el campus Piedra Bolívar, en el salón V.I.P de la sala informática del programa de ingeniería de sistemas. Y la Dra. Lucy Pérez, la cual guio el estudio de campo que se le hizo a dos cadáveres que posee la Universidad de Cartagena en el anfiteatro de la sede de Zaragocilla, dicho estudio dio claridad con respecto a la

ubicación espacial y dimensiones de los nervios, venas y arterias dentarios, además de dar aval, y respaldo de que el contenido pedagógico que se escogió a mostrar en el aplicativo, es el adecuado y los modelos 3D corresponde a los reales. Como prueba de esto se encuentran una serie de documentos a manera de anexos digitales, que son nombrados en los siguientes numerales.

4.1 DISEÑO UTILIZADO

Lo primero que se realizó en la investigación, para el estudio de la anatomía del sistema de inervación y vascularización de los órganos dentales, en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, y la creación de los OVA's fue Identificar y listar los temas y subtemas a tratar con respecto al sistema inervación, vascularización de los Órganos Dentales (objetivo específico No. 1). Para lo cual fueron necesarias una serie de reuniones con el Doctor Salvador Insignares Ordóñez, especialista en Rehabilitación Oral, quien colocó a disposición toda la documentación, explicaciones y guía concerniente a la temática. Se continuó con un Listado de los objetos de estudio en el área del sistema de inervación y vascularización (objetivo específico No.2), que permitió determinar los 13 nervios, 5 arterias, 10 venas, y 16 pulpas dentarias pertinentes al estudio de la temática, el contenido teórico y las preguntas del test avalado como el adecuado por parte de la Dra. Lucy Pérez Bula. Luego de obtener lo anterior se desarrolló un banco de modelos 3D de las piezas que conforman el sistema de inervación y vascularización (objetivo específico No. 3). Se continuó con el desarrollo de un sistema de gestión de los Objetos Virtuales de aprendizaje diseñados (objetivo específico No.4), cuyo proceso fue guiado por el ingeniero de sistemas Luis Carlos Tovar Garrido, donde se determinaron los componentes software a utilizar, la compatibilidad y los diferentes diagramas UML del aplicativo. Al haber determinado los componentes y poseer el banco de objetos virtuales, el contenido teórico, el test de preguntas se procedió a Implementar un modelo funcional de Realidad Aumentada que permita la visualización de los modelos 3D (objetivo específico No. 5). Por último, una vez que se llegó al cumplimiento del objetivo 5 fue necesario probar el funcionamiento de la aplicación y para esto se contó con la ayuda del profesor Jairo Berrocal profesional en Odontología especialista en oclusión, que muy amablemente reunió

a sus alumnos de la materia de anatomía dental para que llenaran las encuestas con respecto al funcionamiento de los objetos virtuales de aprendizaje, el formato y las encuestas realizada se encuentran en la carpeta encuestas dentro del CD anexo, y así documentar todo este proceso y hacer las correcciones pertinentes (objetivo específico No. 6).

4.2 PROCEDIMIENTO

Fue necesaria la mezcla de dos metodologías ya existentes, adaptándolas para la creación de los objetos virtuales de aprendizaje, para el estudio de la anatomía, del sistema de inervación y vascularización de los órganos dentales, en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, las dos metodologías fueron AODDEI e ingeniería de software basada en componentes (DSBC).

AODDEI cuenta con 5 fases que se subdivide en pasos, en la primera fase (análisis y obtención), se realizaron los pasos 1,2 y 3 (Análisis, Obtención y Digitalizar el material), para delimitar el alcance, poseer los contenidos pertinentes al proyecto y las herramientas para digitalizar el material.

La segunda fase es la de diseño la cual posee el paso 4 (Arme la estructura del O.A) aquí se identificaron y fabricaron cada uno de los componentes, como lo son el contenido informativo, actividades, evaluación del aprendizaje, y metadato.

La tercera fase cuenta con los pasos 5, 6, y 7(Armar, Empaquetar y Almacenar el O.A en un repositorio temporal) de estos tres pasos solo se llevó a cabo el primero para el armado de los O.V.A's, pues los otros no fueron necesarios ya que estos, se utilizan cuando se están desarrollando aplicaciones web o de escritorio, y este proyecto está orientado a dispositivos móviles.

La cuarta fase la cual es la evaluación, está compuesta por los pasos 8 y 9 (Evaluar el O.A y Almacenar el O.A en un repositorio de OVA'S evaluados), el paso 8 fue ejecutado por parte de un experto, docente perteneciente a la Universidad de Cartagena, el paso 9 aunque pertenece a esta fase no se ejecutó en ella si no en la siguiente debido a que se va almacenar al final de todo el proceso.

La quinta y última fase es la implantación, tiene como único paso el 10 el cual es integrar el O.A a un sistema de gestión de aprendizaje, El OA, será integrado en un Sistema de

Gestión de Aprendizaje, el cual se diseñó con la finalidad de interactuar con el mismo en un determinado contexto, para hacer uso y re-uso de éste. Esta fase será la pauta para que el OA sea evaluado por los usuarios del mismo, donde estos pueden proveer una retroalimentación valiosa, con base en esta el docente, podrá detectar si le falta agregar elementos interactivos, o de otro tipo que fomenten el aprendizaje del alumno, después de todo esto se procedió a cumplir el paso 9 el cual permite almacenar el O.A en un repositorio de OVA'S evaluados. Con esto se termina la parte de AODDEI.

La ingeniería de software basada en componentes (DSBC), que es una metodología desarrollada para la creación de software, a través de componentes reutilizables, consta de 5 fases, que son: comunicación con el cliente, planificación, análisis de riesgos, construcción y adaptación de los componentes de ingeniería y evaluación del cliente.

En la fase I, los usuarios son los estudiantes de anatomía del sistema de inervación e irrigación dental. Fue necesario en la recolección de requerimientos, reunirse con el ingeniero de sistemas y M.Sc. en Ciencias Computacionales Luis Carlos Tovar Garrido, el cual aclaró los alcances del proyecto en lo concerniente a la aplicación móvil en realidad aumentada.

En la fase II, en la planificación se fabricaron los diferentes diagramas UML de: caso de uso, componentes y secuencia.

La fase III, se hizo un análisis de los riesgos presentes en el desarrollo del proyecto y la solución utilizada para que éstos no se convirtieran en amenazas.

La metodología AODDEI fue útil para la creación de los O.V.A's desde cero, y la DSBC para la construcción del aplicativo móvil en realidad aumentada, utilizando componentes ya desarrollados que se adaptaron al proyecto, para cumplir los objetivos del mismo, con tiempo, costo y esfuerzo menores. Estas dos metodologías permitieron una excelente adaptación, para construir O.V.A's con realidad aumentada (Tovar & et al, 2014), lo cual representa un mayor grado de innovación. En la tabla 7 se encuentra explícita la manera como fueron mezcladas estas y los objetivos específicos (O.E.) que se cumplen en cada una de las fases finales.

Tabla 7 Fases y pasos de las metodologías utilizadas

AODDEI		DSBC	MIXTA		OBJETIVOS ESPECIFICO
Fases:	Pasos:	Fases	Fases	Pasos:	
1: Análisis y obtención.	1: Análisis. 2: Obtención del material. 3: Digitalizar material	1: Comunicación con el cliente.	1: Análisis del negocio.	1: Análisis. 2: Obtención del material. 3: Digitalizar material 4: Comunicación con el cliente.	1 2 3
2: Diseño.	4: Armado de la estructura del OVA.	2: Planificación.	2: Diseño e Identificación de herramientas.	6: Planificación. 5: Armado de la estructura del OVA. 7: Análisis de riesgos.	4
3: Desarrollo.	5: Armado.	3: Análisis de riesgo	3: Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería.	8: Armado 9: Construcción de La Aplicación	5
4: Evaluación.	8: Evaluación del OVA. 10: Integrar el OVA a un sistema de gestión de aprendizaje.	4: Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería.	4: Evaluación e implantación.	10: Evaluación del OVA. 11: Integrar el OVA a un sistema de gestión de aprendizaje. 12: Evaluación del cliente.	5
5: Implantación.		5: Evaluación del cliente.			

5 RESULTADOS

Después de cumplir los objetivos del presente proyecto se obtuvieron los siguientes resultados.

El banco de objetos 3D, el cual se puede ver en el CD anexo, en la carpeta “modelos 3D” la cual está compuesta, por las ramificaciones principales de nervios, arterias y venas que llegan hasta a los dientes, las que entran en la pulpa convirtiéndose en túbulos, y Las pulpas de los dieciséis (16) modelos dentarios simétricos dentales.

La integración de modelos existentes que son parte del resultado de otros proyectos, con los creados en este, que se pueden visualizar en el aplicativo, desarrollados en el mismo grupo de investigación GIMATICA, en la línea de investigación inteligencia computacional, del proyecto “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” desarrollado por los investigadores; , M.Sc. Ciencias Computacionales Luis Carlos Tovar Garrido, Doctor Salvador Insignares Ordóñez especialista en rehabilitación Oral y los coinvestigadores; José Alfredo Bohórquez Aguilar, Cesar Andrés Velásquez Martínez, se tomaron las piezas dentales para integrarlas con las pulpas y los túbulos. Y del proyecto “DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA”, proyecto desarrollado por los investigadores; M.Sc. en Software Libre Plinio Puello Marrugo, Doctor Salvador Insignares Ordóñez especialista en rehabilitación Oral y los coinvestigadores; Abel pomares Agamez y José Esteban Betin Díaz. Se tomaron el maxilar superior y el inferior, para integrarlo con las ramificaciones del trigémino, de las arterias y las venas.

La aplicación desplegable desde la versión de Android 2.2 en adelante (apk), y el proyecto para editar en el entorno Unity, estos se encuentran en el CD adjunto, en la carpeta de anexos dentro de la subcarpeta aplicativo.

El manual de usuario del aplicativo, en el cual se explica desde su instalación, hasta el funcionamiento detallado de los controles y los botones de manipulación de vistas, tamaños

y visualización independiente de estructuras, esta aplicación consta de dos controles, uno manual y otro automático para la manipulación de los modelos 3D. Este manual se encuentra en el CD adjunto dentro la carpeta de anexos.

La ponencia en el I Seminario Académico de Inteligencia Computacional del Programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena, titulada “Realidad aumentada como apoyo a la enseñanza de la Odontología”, cuyos expositores fueron los coinvestigadores de este proyecto. Realizado el viernes 21 de abril del 2013 de 8 a.m a 5 p.m, en el paraninfo de la Universidad de Cartagena, sede san Agustín en la cual se abordaron las temáticas concerniente a los OVA’S, la realidad aumentada en dispositivos móviles y la importancia de realizar un objeto de aprendizaje utilizando la temática de la anatomía, del sistema de inervación y vascularización, se hizo una muestra del funcionamiento del aplicativo. Además se realizaron talleres donde los asistentes recibieron nociones del uso de los entornos, en donde se desarrolló el aplicativo de este proyecto, e hicieron un pequeño proyecto.

Un alto nivel de satisfacción de los estudiantes de anatomía dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, en lo que concierne a la calidad de los modelos 3D, la rapidez del despliegue de la aplicación en el dispositivo móvil, el contenido pedagógico, las preguntas de evaluación y las funcionalidades de manejo de los modelos. Dicha satisfacción se evidencia en la evaluación que realizaron a los OVA’s, que se encuentran en el paso XII “evaluación del cliente”.

Una nueva metodología para el desarrollo de los OVA’s como lo es el híbrido entre AOODDI y DSBC, y el paso de e-learning (aprendizaje electrónico) a M-learning (aprendizaje móvil) y a AR-learning (aprendizaje con realidad aumentada), sus fases y pasos se explican al detalle en la Tabla 6 “Fases y pasos de las metodologías utilizadas”.

A los objetivos específicos de este proyecto se les dio pleno cumplimiento y es en el inciso 5. “DESARROLLO”. Donde se describen plenamente, dentro de las fases y pasos de la metodología.

El primer objetivo que es “Identificar y listar los temas y subtemas a tratar con respecto al sistema inervación, vascularización de los Órganos Dentales.” Es bien detallado cómo se

llegó a él, en el punto 5.1.1. “Paso I análisis” que se encuentran en el desarrollo, además se presentaron limitaciones para encontrar la información pertinente, aunque el especialista en anatomía dental, facilitó algo de información el material bibliográfico, no fue el suficiente, ni el más claro para la consecución del objetivo, por lo cual se tuvo que hacer una búsqueda por medio de los navegadores, pero la información encontrada no se podía considerar una fuente confiable, pues los sitios en que se encontraban, no eran institucionales, gubernamentales, ni de producción científica, o educativa. Esto se solucionó a través del reconocimiento de motores de bases de datos científicos más importantes, aprender su funcionamiento y las técnicas de búsqueda en ellos.

Para el segundo objetivo, el cual es “Listar los objetos de estudio en el área sistema de inervación y vascularización”. Se describe como se alcanzó en el punto 5.1.2. “PASO II OBTENCIÓN DEL MATERIAL”.

El objetivo 3, el cual es, “Desarrollar un banco de modelos 3D. Con las piezas más representativas del sistema de inervación y vascularización.” Mostrado en el inciso 5.1.3. “PASO III DIGITALIZAR MATERIAL:” la forma como se hizo, los impedimentos en la culminación de este objetivo y fueron debido a la complejidad anatómica de las estructuras y por carecer de varias perspectivas de las mismas en imágenes 2D, que sirven como guía en el proceso de modelado, lo anterior hizo que el desarrollo de los modelos ocupara más tiempo del planeado. Para la solución a la problemática en cuanto a un mejor ajuste en la planeación del tiempo de desarrollo de los modelos 3D, se elaboró el modelo 3D más complicado anatómicamente, y así determinar el tiempo aproximado para la elaboración de todos los modelos, de antemano ocuparse de hacer una búsqueda exhaustiva por medio de navegadores de imágenes.

El objetivo 4, que consistió en “Desarrollar un sistema de gestión de los Objetos Virtuales de aprendizaje diseñados.” es descrito en el punto 5.3.2. “PASO IX Construcción De La Aplicación:”

Para el último objetivo, denominado “Implementar un modelo funcional de Realidad Aumentada que permita la visualización de los modelos 3D.” se describe su alcance en 5.3.4. “PASO XI Integrar El OVA A Un Sistema De Gestión De Aprendizaje”.

Es de resaltar que la referencia a otros proyectos que el estado del arte menciona, como lo son: TFNP, DNA from the beginning, Molecul-AR, BBC Learning Schools, los resultados en cada uno de ellos concuerdan con los obtenidos en esta investigación e implementación. Pues todos están orientados al campo del aprendizaje mediado por la realidad aumentada, cuentan con teoría y gráficos. Se logró una herramienta que apoya la apropiación del conocimiento, de manera autodidacta de un tema preciso, apoyándose en la TIC's, donde se espera que la interactividad, y la dinámica atraigan al estudiante.

5.1 DESARROLLO

En este punto se muestra como la metodología MIXTA (Tovar & et al, 2014), formada por 4 fases y 12 pasos, la cual parte de la mezcla entre dos metodologías la AODDEI y la DSBC. Es utilizada en el cumplimiento del objetivo general del proyecto que es desarrollar objetos virtuales de aprendizaje para el estudio del sistema de inervación y vascularización de la anatomía dental, en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, utilizando la digitalización de modelos en 3D y realidad aumentada en dispositivos móviles.

5.2 FASE I ANÁLISIS DEL NEGOCIO

5.2.1 Paso I análisis: en este paso se cumplió el objetivo específico siguiente.

- Identificar y listar los temas y subtemas a tratar con respecto al sistema inervación, vascularización de los Órganos Dentales.

Para este objetivo se necesitó de la asesoría del Doctor Salvador Insignares Ordoñez, Odontólogo especialista en Rehabilitación Oral, profesor en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena. Este experto en el área dirigió y controló el proceso de búsqueda de artículos, revistas, libros, tesis o trabajos de investigación relacionados con este objetivo, y en paralelo a la búsqueda se estudió el

material encontrado permitiendo a través del proceso guiado por el docente una depuración de la información y el almacenamiento de la misma.

El grupo de desarrollo por medio de las reuniones con el especialista delimitó los temas pertinentes para el aprendizaje de los estudiantes en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena del semestre III y cuya información ha sido tabulada a continuación (ver tabla 8).

Tabla 8 Descripción del análisis del dominio

ANALISIS	
NOMBRE DE LOS OVA	Nervios, arterias, venas, y pulpas de los órganos dentarios.
Descripción	Comprende la integración de los modelos 3D de las bifurcaciones principales del nervio trigémino, de la arteria carótida, de la vena yugular. Que entran en el ápice de los dientes, más las 16 pulpas, y las terminaciones de los nervios, venas y arteria que entran en ellas, con información respectiva a los nombres de cada vena o arteria ubicadas con gran aproximación en la posición espacial en que se encuentra en la realidad
Nivel escolar al que va dirigido	Estudiante cursando pregrado en Odontología.
Perfil del alumno al que va dirigido	Estudiantes matriculados en materias relacionadas con la anatomía dental.
Objetivo de aprendizaje	Herramienta para un mejor estudio del sistema de inervación y de vascularización de los órganos dentarios.

Granulidad	Está dividido en las 13 ramificaciones principales del nervio trigémino, 10 ramificaciones de venas y 6 de arterias y 16 pulpas dentarias.
------------	--

5.2.2 Paso II Obtención del Material. Después de tener claro que se iba a hacer se procedió en el cumplimiento del segundo objetivo.

- Listar los objetos de estudio del sistema de inervación y vascularización.

Se identificaron y recolectaron los materiales a utilizar Ver Tabla 9, se definió el listado de los objetos de estudio en el área sistema de inervación, vascularización. Mediante la tabulación de los nombres, características y aspectos de los nervios, los vasos sanguíneos dentales y los maxilares, que serán indispensables para saber las imágenes a recolectar y los diferentes ángulos de los nervios, los vasos sanguíneos dentales y las dimensiones de los maxilares, en la medida que se alcanzó este proceso se procedió a su documentación.

También se hizo un estudio de campo guiado por la Dra. Lucy Pérez Bula la cual mostro la ubicación espacial de las venas, arterias y nervios de dos cabezas de cadáveres que posee la Universidad de Cartagena en el anfiteatro de la sede de Zaragocilla (ver ilustración 10)

Tabla 9 Descripción del material recogido

TIPO DE MATERIAL	FUENTE
Impresos	ingeniería de software un enfoque práctico(Pressman, 2002)
(texto):	Anatomía Humana (Ruiz Liard & Latarjet, 2006)
Libros	Atlas de Anatomia Humana (Netter, 2011)

**Registro
fotográfico**
o



Tesis

“Metodología para elaborar Objetos de Aprendizaje e integrarlos a un Sistema de Gestión de Aprendizaje”.
(Osorio Urrutia Beatriz)

“Investigación, análisis y demostración del impacto de los objetos virtuales de aprendizaje, a través de herramientas web 2.0 (Lugmaña, 2011)”

Investigaciones

“Aprender con tecnología Investigación internacional sobre modelos educativos de futuro (Fundacion Telefonica, 2012)”

Informe de investigacion

APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA DE LA SIMETRÍA MOLECULAR PARA LOGRAR UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO (Tovar & et al, 2011)

En la tabla 10 y 11, está consignado el listado de los objetos de estudio en el área sistema de inervación y vascularización de los Órganos Dentales, para su posterior modelado 3D. Dando por cumplido el objetivo II.

Tabla 10 Descripción detallada de las ramificaciones

SISTEMA DE INERVACIÓN	SISTEMA DE VASCULARIZACIÓN
Ganglio trigémino	Arteria carótida externa
Nervio trigémino(V)	Vena yugular externa
Nervio oftálmico(V1)	Vena yugular interna
Nervio maxilar(V2)	Vena y arteria maxilar
Nervio alveolar superior posterior(V ₂)	Arteria y vena alveolar superior posterior
Nervio alveolar superior medio(V ₂)	Plexus pterigoideo
Nervio infraorbitario(V ₂)	Arteria y vena infraorbitaria.
Nervio alveolar superior anterior(V ₂)	Arteria y vena alveolar superior anterior
Nervio mandibular(V3)	Arteria y vena alveolar inferior en canal mandibular
Nervio alveolar inferior(V ₃)	Vena facial
Nervio mentoniano(V ₃)	Vena retro mandibular
Plexus alveolar superior	
Plexus alveolar inferior	

Tabla 11 Descripción de las pulpas a modelar

Pulpas de los dientes			
Incisivos inferior y superior	Caninos inferior y superior	Premolares inferiores y superiores	Molar inferior y superior

Se necesitó imágenes de diferentes atlas en buena calidad, utilizadas por estudiantes y profesores, donde se pudieran apreciar la respectiva posición espacial, textura, color, ramificaciones y diámetro para fabricar los modelos 3D.

La ilustración 5 fue tomada en la sede de Zaragocilla a un cadáver perteneciente al anfiteatro de la Universidad de Cartagena, donde se visualizan nervios, arterias y venas y mandíbula.



Ilustración 5 Cabezas de cadáveres y mandíbula

La ilustración 6 muestra la arteria carótida externa, las ramificaciones de esta, las ramas colaterales, el recorrido que hacen al interior de los maxilares en línea punteada roja, la posición con respecto a los músculos y los nombres que reciben.

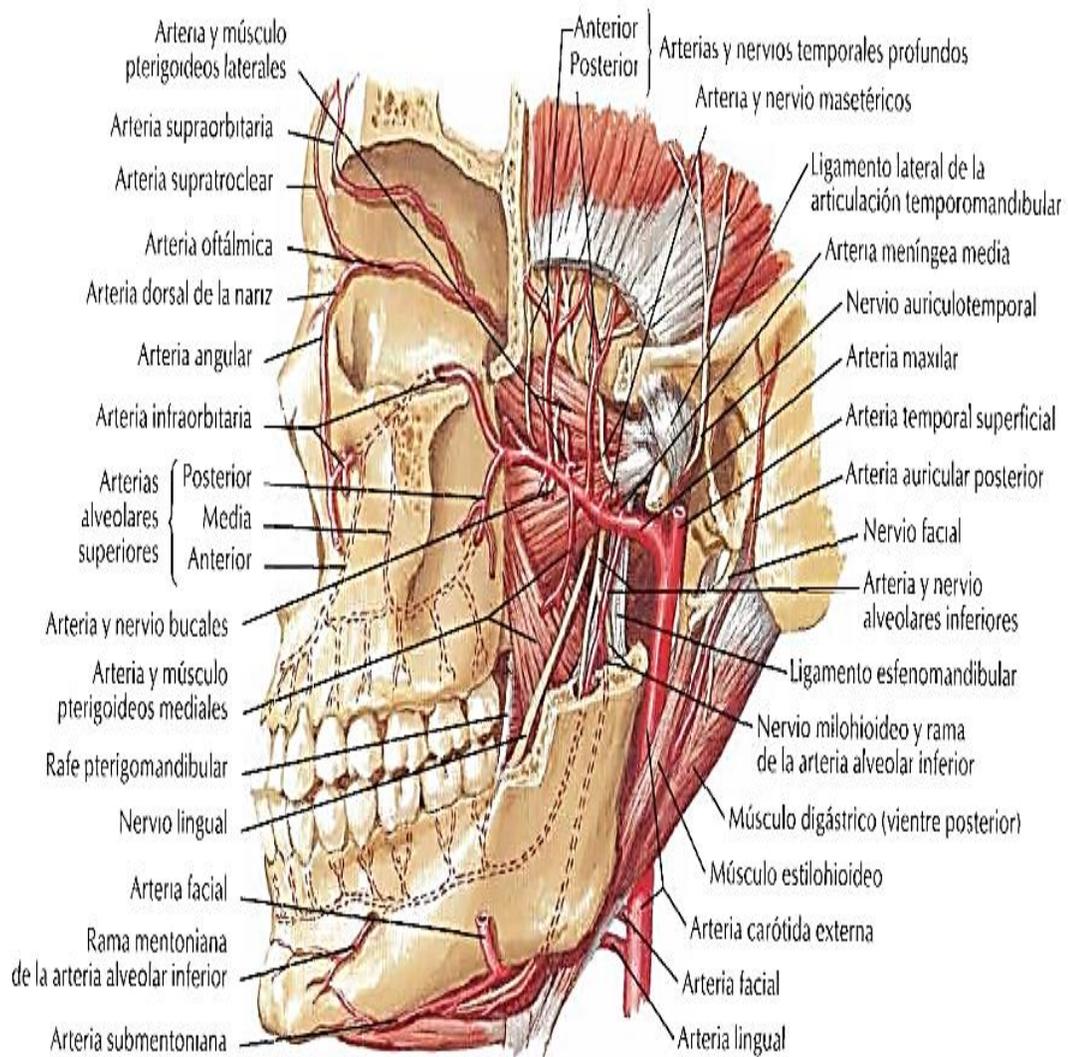


Ilustración 6 Arterias de la cabeza (Netter, 2011)

La ilustración 7 muestra a través de un corte longitudinal en el cráneo, las ramificaciones internas de la arteria maxilar superior, su recorrido, el nombre que reciben y los agujeros por donde penetran.

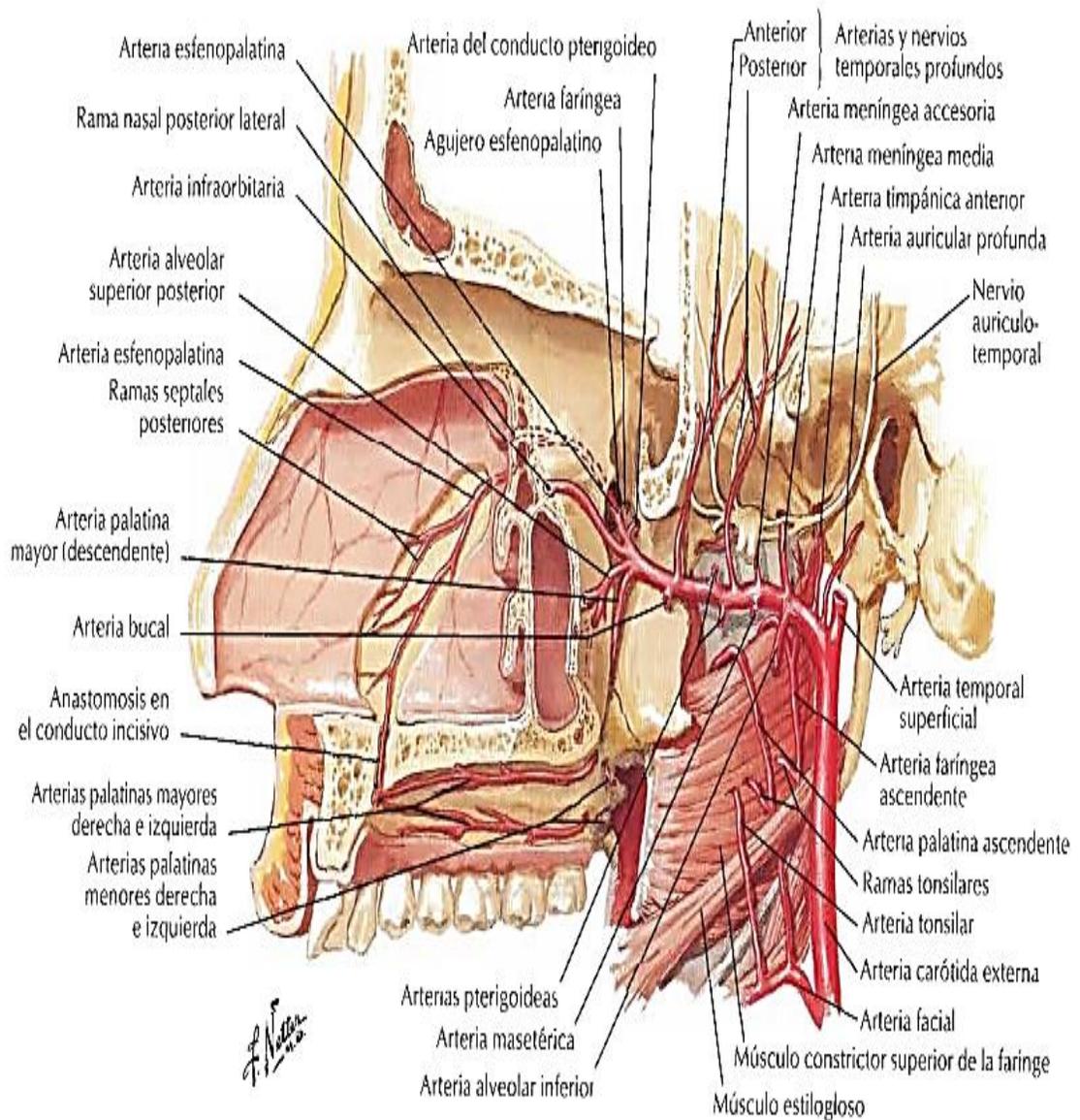


Ilustración 7 Arteria maxilar superior (Netter, 2011)

La ilustración 8 muestra las venas externas al cráneo, las ramificaciones, posiciones que ocupan con respecto a las otras venas, y los músculos de la cabeza, y los nombres que reciben.

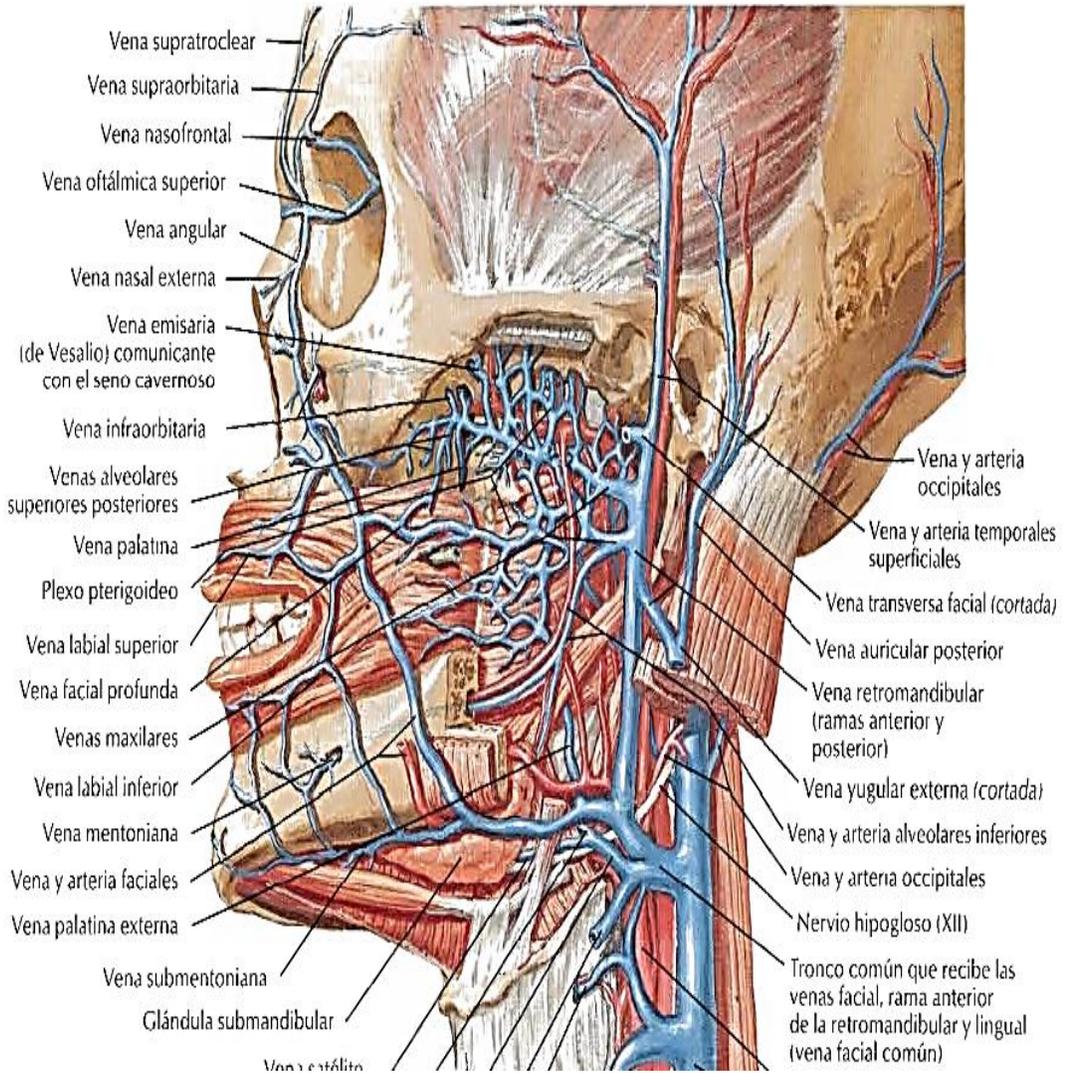


Ilustración 8 Ramificaciones externas de las venas del cráneo (Netter, 2011)

La ilustración 9 Muestra a través de un corte longitudinal en el cráneo, las ramificaciones internas de del nervio trigémino, haciendo mayor énfasis en la ramas oftálmica y maxilar, su recorrido, el nombre que reciben, los agujeros por donde penetran, y en donde entran sus ramas terminales.

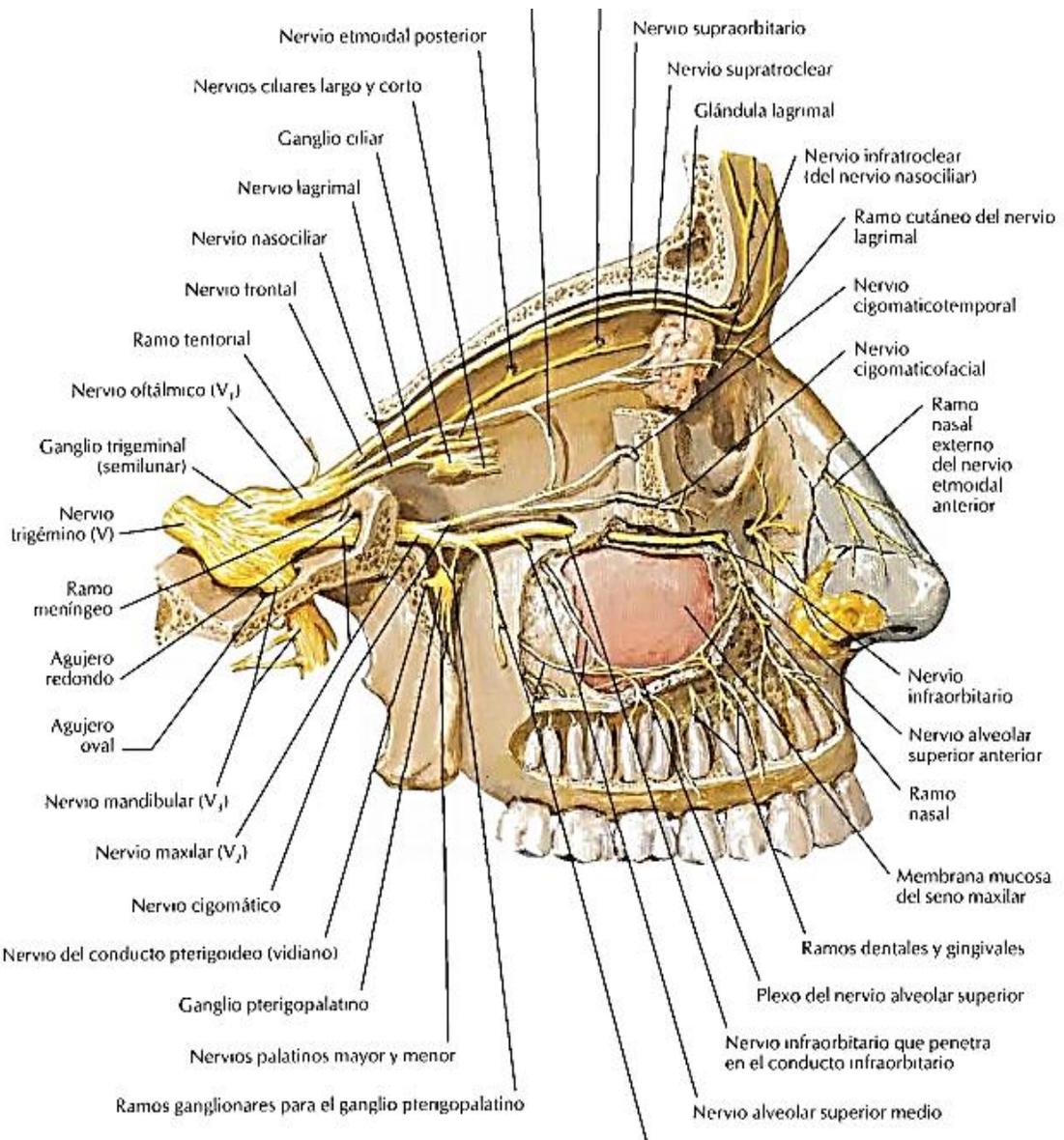


Ilustración 9 corte longitudinal las ramificaciones internas de los nervios que recorren el maxilar superior (Netter, 2011)

La ilustración 10 muestra por medio de un corte longitudinal en un premolar, la estructura interna del diente señalando los respectivos nombres que reciben, permitiendo visualizar la pulpa, las ramificaciones iniciales de las venas, las terminales de los nervios, y arterias.

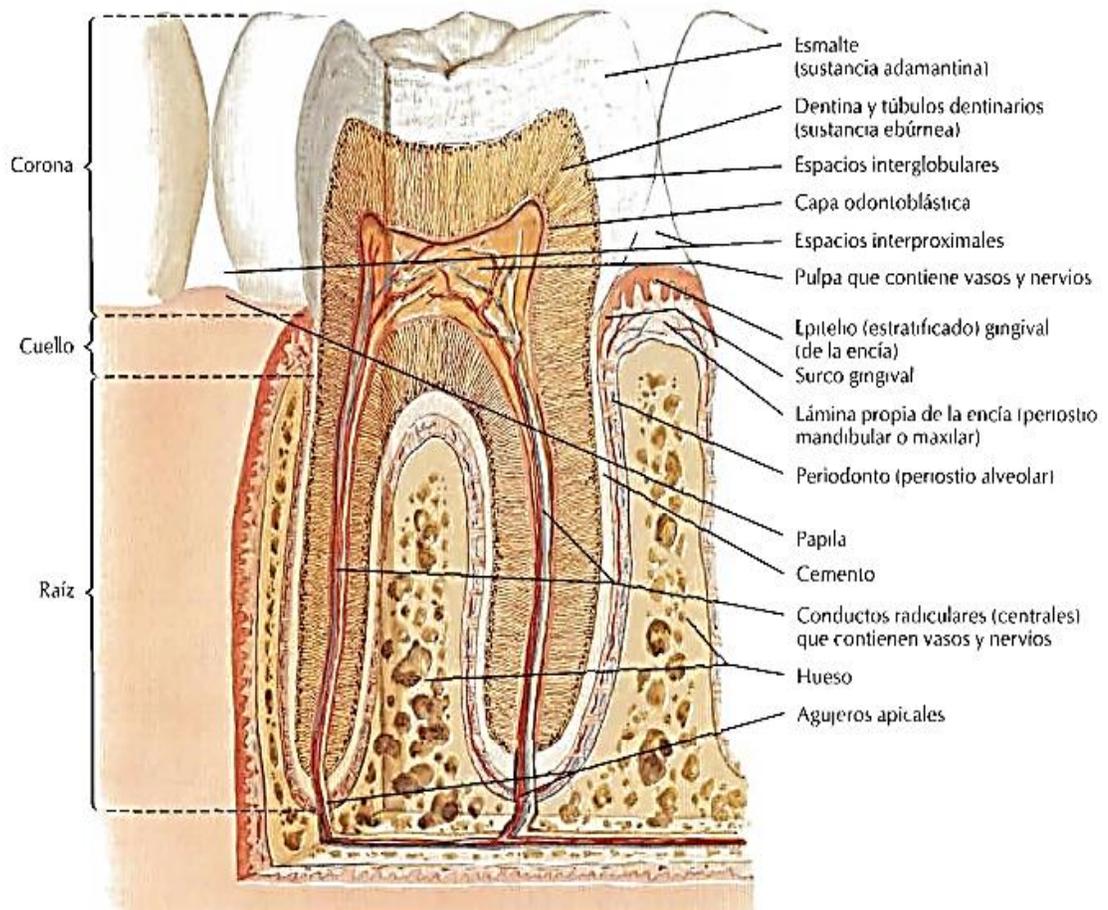


Ilustración 10 Estructura interna de un premolar. (Netter, 2011)

5.2.3 Paso III Digitalizar Material: Para digitalizar el material se necesitó un entorno de desarrollo con herramientas para la creación y edición, de Modelos 3D, Cumpliendo así el objetivo 3. Se utilizó el entorno de desarrollo “Blender”, el cual posee una amplia documentación, tutoriales en diferentes idiomas y comunidades que en continuo están aportando a su crecimiento, el cual ha estado utilizando el semillero de investigación en inteligencia computacional, EDGEs.

Como el entorno era nuevo para los desarrolladores, se asistió a un curso dictado por Cesar Cárdenas estudiante de la Universidad de Cartagena que han venido trabajando la herramienta por 4 años y pose la experiencia necesaria.

Con las imágenes recolectadas en el paso 2, y el estudio de campo se logró tener más claridad, sobre la ubicación espacial de las ramificaciones de los nervios, arterias y venas, a partir de ellas se crearon los siguientes modelos 3D en el entorno Blender, correspondiente a todas las ramas que irrigan e inervan los dientes, como se muestra en la Ilustración 11.

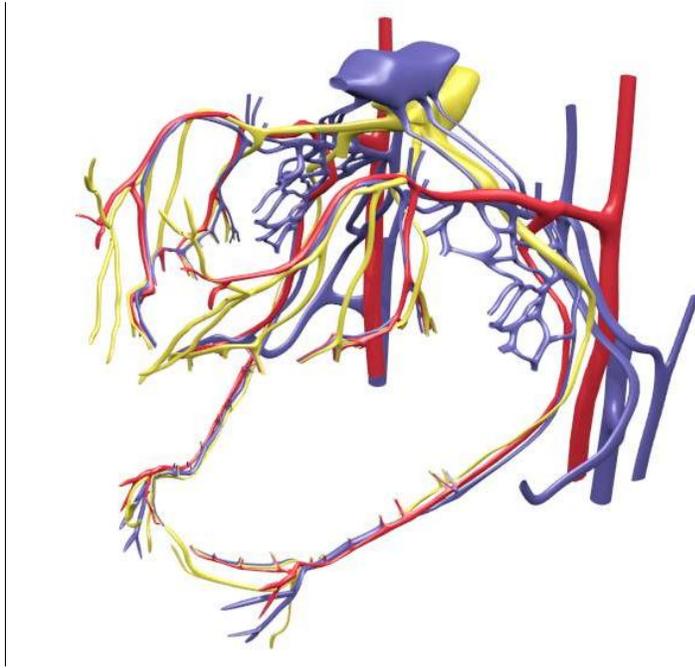
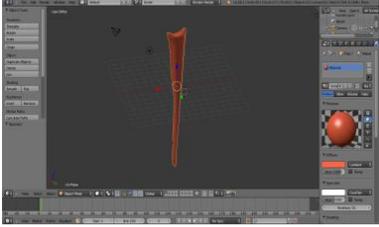
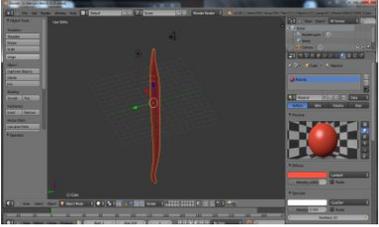
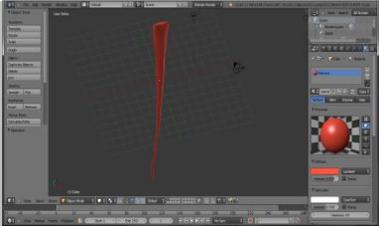
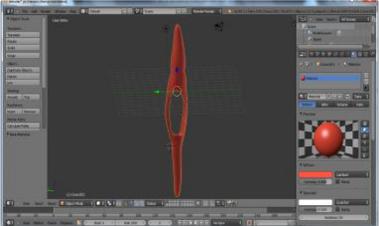
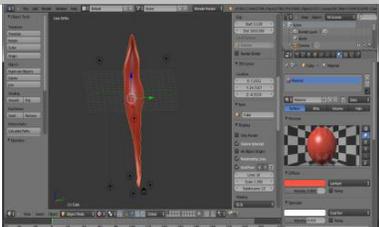
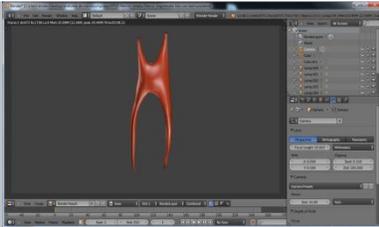
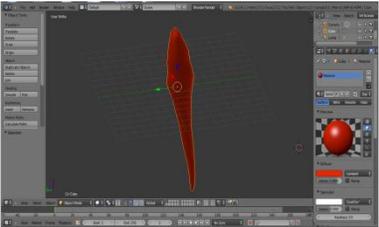
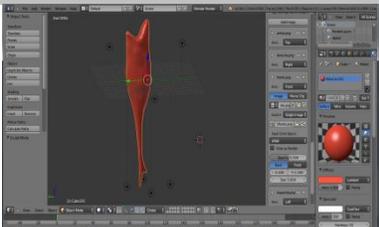
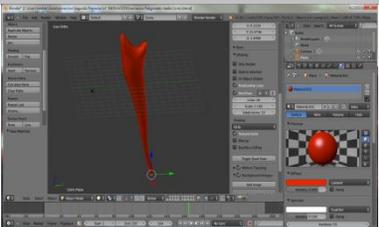
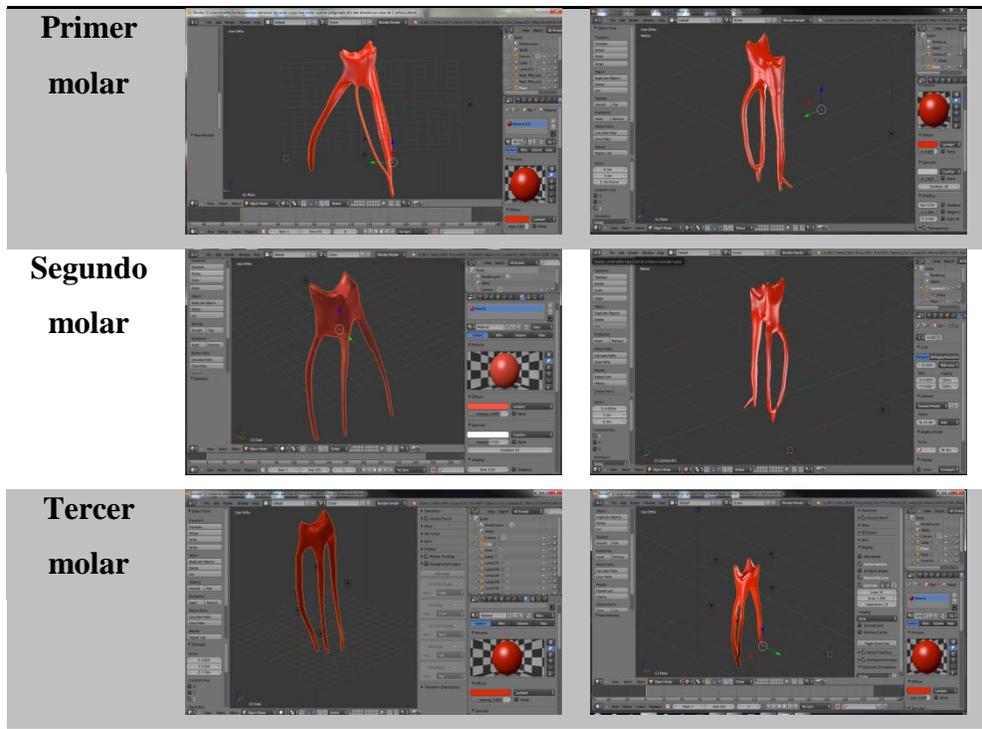


Ilustración 11 Sistema de inervación y vascularización.

En la siguiente tabla se muestran las ilustraciones de las pulpas de los incisivos, caninos, molares y premolares que se modelaron.

Tabla 12 Modelos 3D de las pulpas dentales

		Pulpas	
		Superior	Inferior
Incisivo central			
Incisivo lateral			
Canino			
Primer premolar			
Segundo premolar			



5.2.4 Paso IV Comunicación con el Cliente: Además de las reuniones con el especialista en Anatomía dental, fueron necesarias tres (3) asesorías con el Ingeniero de Sistemas, Luis Carlos Tovar Garrido donde se establecieron los requerimientos funcionales que tendrá la aplicación, estos se consignaron en la siguiente tabla.

Tabla 13 Requerimientos funcionales

Requerimiento funcionales		
Identificación	Nombre	Descripción
R1	Detectar marcador	Permite identificar (símbolos impresos en papel) o imágenes, en los que se superpone algún tipo de información (texto, objetos 3D, y audio).
R2	Visualizar teoría en texto del modelo 3D	Da la opción de ver en pantalla la teoría asociada al marcador y modelo respectivo.

R3	Mostrar modelo 3D	Muestra en pantalla la representación de un modelo 3D de los nervios. arterias, venas integradas con el maxilar superior e inferior cuando detecta el marcador principal, y pulpas túbulos internos integrado a cada órgano dentario cuando detecta cada marcador de pulpas
R4	Rotar Modelo 3D	Permite darle rotación al modelo al en un Angulo deseado, ya sea a los nervios. Arterias y/o, venas integradas con el maxilar superior e inferior cuando detecta el marcador principal. O pulpas túbulos internos integrado a cada órgano dentario cuando detecta cada marcador de pulpas
R5	Reproducir y detener audio de la teoría	Permite reproducir en audio la información asociada al modelo concerniente al material pedagógico diseñado.
R6	Ampliar y reducir modelo3D	Opción para aumentar o disminuir el tamaño del modelo que se visualiza en pantalla
R7	Ocultar/visualizar modelos 3D	Permite ocultar o mostrar el modelo que se desee, cuando se visualiza el marcador.
R8	Mostrar/cerrar evaluación	Permite visualizar un test de preguntas relacionada con la información asociada a los modelos y mostrar los resultados y cerrarla.

5.3 FASE II DISEÑO E IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS

En esta fase, se llevó a cabo el diseño planteado para la estructura del OVA saber: los objetivos, los contenidos informativos, las actividades y la evaluación. Además se muestra la identificación, comparación de una investigación ya realizada, y selección de algunos componentes, que facilitaron la implantación de la realidad aumentada en el proyecto.

5.3.1 Paso V Planificación: En esta fase se investigaron los diferentes entornos de desarrollo y librerías para el modelado 3D y SDK's para el desarrollo de la aplicación, que se adaptaban al desarrollo de realidad aumentada de dispositivos Android, descritos en la sección 3.1.3.

Identificación de Herramientas: Para el desarrollo de la realidad aumentada, existe una gran variedad de herramientas de donde se identificaron las siguientes:

- Nyartoolkit
- Wikitude
- Andar
- ARviewer
- Qualcomm SDK

Las anteriores herramientas se encuentran descritas en la sección 3.1.1. "Herramientas de realidad aumentada"

Análisis de Herramientas: Fue necesario después de la identificación de las herramientas, determinar cuál era la más idónea para este proyecto y consultando información de ellas, se utilizó como apoyo un trabajo de fin de master de la Universidad Politécnica de Valencia el cual se titula "Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android" (Serrano, 2012). Donde se hace un análisis comparativo entre los SDK utilizados para realidad aumentada en Android.

En la siguiente tabla se mencionan algunos aspectos y las descripciones pertenecientes a los SDK.

Tabla 14 Características de los SDK's (Serrano, 2012)

ASPECTO	DESCRIPCION
Detecta del Marcador	Detecta el marcador con un alto grado de eficacia.
Estable	El contenido 3D se mantiene en el tiempo de ejecución. Diversidad de Formatos 3D Es compatible con modelos 3D de diferentes extensiones (ej.: .blend, .fbx, .obj).
Free Software	Su licencia es libre. Comunidad Posee una comunidad amplia.
Desarrollo multiplataforma	Permiten desarrollar para diferentes Sistemas Operativos de Dispositivos Móviles (ej.: Android y iOS). Interacción Modelo 3D Permite la libre manipulación del modelo 3D.
Contenido Multimedia	Permite agregar contenido multimedia.

En la tabla 15 se compara los SDK's, que cumplen los aspectos anteriormente mencionados y cuáles no.

Tabla 15 Cuadro comparativo de los SDK's (Serrano, 2012)

	Nyartoolkit	Wikitude	Andar	ARviewer	Qualcom SDK
DETECCION DEL MARCADOR	SI	NO	SI	NO	SI
ESTABILIDAD	NO	SI	NO	NO	SI
DIVERSIDAD EN FORMATOS	SI	NO	SI	NO	SI
SOFTWARE LIBRE	SI	SI	SI	SI	NO
DOCUMENTACION	SI	NO	NO	NO	SI

COMUNIDAD	NO	NO	NO	NO	SI
DESARROLLO MULTIPLATAFORMA	SI	SI	NO	NO	SI
INTERACCION CON EL MODELO	SI	NO	SI	NO	SI
CONTENIDO MULTIMEDIA	SI	SI	SI	SI	SI

5.3.2 Paso VI Diseño de la Estructura de los OVA'S y de la Aplicación



Ilustración 12 Estructura de los OVA'S

Tabla 16 Descripción de la aplicación

Sus componentes son	
Título	InervAR
Palabras claves	Sistema de inervación dentario, pulpa, arterias dentales
Objetivos y competencias	Herramienta para mejorar la apropiación del conocimiento en la anatomía de los nervios, venas y arterias que entran alas pulpas dentarias
Contenidos temáticos multi-mediales	Teoría en texto y en audio dentro del aplicativo, sobre el sistema de inervación y vascularización dentario.
Ejemplos	Objetos 3D etiquetados
Actividades de repaso	Estudiar el material pedagógico, escuchar el audio.
Evaluación	Veintiocho (28) preguntas diseñadas sobre anatomía dental, ver tabla 17
Retroalimentación	Respuestas correctas e incorrectas

Diseño de la aplicación: A nivel arquitectónico se diseñaron diferentes diagramas bajo el estándar UML. Estos son: diagrama de casos de uso, diagrama de componentes, diagrama de despliegue a continuación se encuentran algunos de los diagramas, en la parte de anexos, manuales, en el documento manual de sistema están todos los diagramas diseñados.

Diagrama de caso de uso: Documenta el comportamiento de la aplicación desde el punto de vista del usuario. Por lo tanto los casos de uso determinan los requisitos funcionales del aplicativo, es decir, representan las funciones que este puede ejecutar, ver ilustración 49.

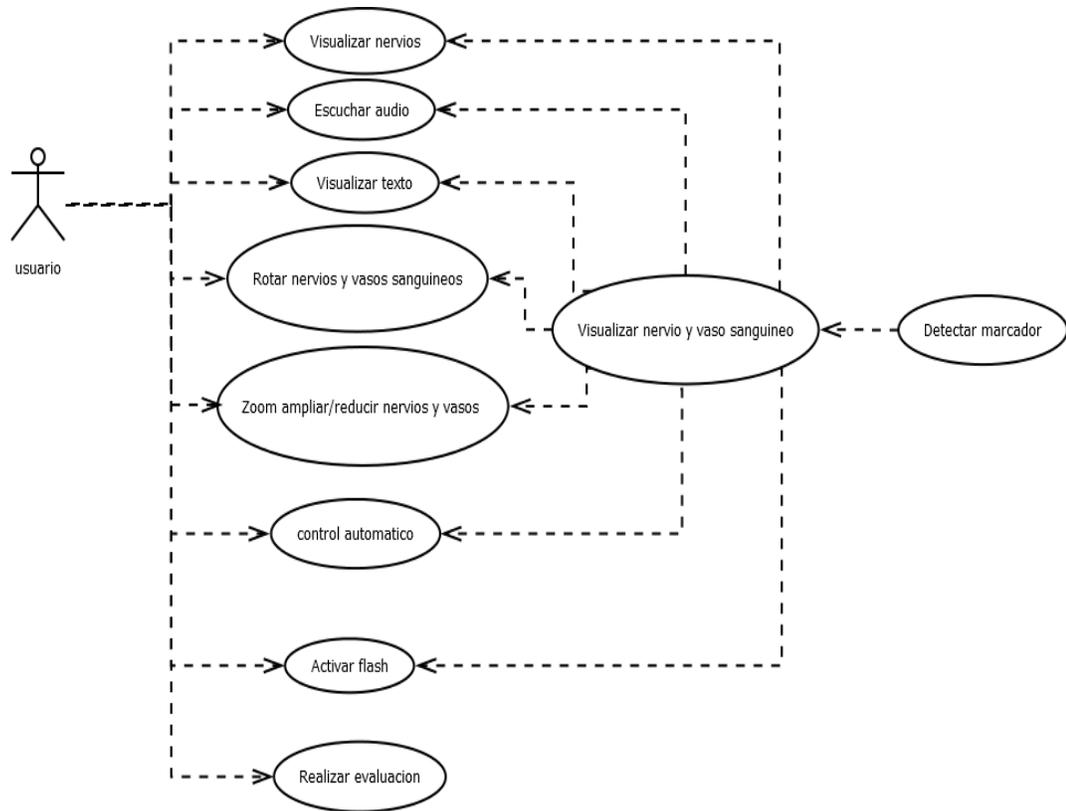


Ilustración 13 Diagrama de casos de uso del aplicativo

Por esto cuando se inicia la aplicación, y la cámara del dispositivo móvil se coloca frente al marcador, se está listo para mostrar el modelo 3D relacionado con este, y los botones para la manipulación del OVA, el texto de cada nervio o su audio respectivo y la opción de aumentar o reducir el modelo.

Diagrama de Componentes y Despliegue: Qualcomm es una empresa de telecomunicaciones, que crea aplicaciones de realidad aumentada mediante el SDK de vuforia, lograron gran aceptación como framework de desarrollo, por ser multiplataforma (IOS y Android), y este tiene reconocimiento de imágenes denominadas targets aunque también funciona sin marcadores. Existe un plugin para interactuar con Unity 3D, que ofrece la posibilidad de crear botones virtuales con funcionalidades, este framework posee los siguientes componentes.

Camera:

Este módulo se asegura de que cada frame capturado pase al tracker. En este módulo se debe indicar cuándo la aplicación inicia la captura y cuando termina. El tamaño y formato de cada frame dependerá del dispositivo móvil utilizado.

Image converter:

Este módulo convierte el formato de la cámara a un formato interoperable con OpenGL y para el tracking de los marcadores. Esta conversión incluye reducción de la tasa de muestreo con el fin de disponer de la imagen de la cámara en diferentes resoluciones.

Tracker:

Este módulo contiene los algoritmos de visión artificial que se encargan de la detección y rastreo de los objetos de cada frame. Diferentes algoritmos se encargan de la detección de nuevos “targets” o “markers” y de evaluar los botones virtuales. Los resultados son almacenados en un objeto de estado. Este módulo puede cargar múltiples conjuntos de objetos, pero nunca puede haber más de uno activo al mismo tiempo.

Video Background Renderer:

Este módulo procesa la imagen almacenada en el objeto de estado. El rendimiento de la representación de vídeo de fondo está optimizado para dispositivos específicos. Todos estos componentes deben ser inicializados en nuestra aplicación. En cada frame se actualiza el objeto de estado y se llama a las funciones de renderizado.

App Code:

Los desarrolladores de aplicaciones deben inicializar todos los componentes anteriores y realizar tres pasos clave en el código de la aplicación

1. Consultar el objeto de estado para comprobar nuevos targets o markers detectados.
2. Actualizar la lógica de la aplicación con los nuevos datos de entrada
3. Renderizar los elementos virtuales. Los targets o marcadores son creados mediante un sistema online (Target Management System). Una vez creada la imagen que servirá como target o marcador, se accede a este sistema. Se crea un nuevo proyecto, y se sube la imagen. El sistema analiza la imagen y le asigna una calificación que indica la efectividad del marcador en función del número de características especiales

detectadas por el sistema. El siguiente paso es convertir la imagen a formatos entendidos por la librería. El sistema devuelve dos archivos: un .Xml con la configuración del target o marcador y un archivo binario que contiene los datos rastreables.

CloudDatabase

La Base de datos en la nube se puede crear con el administrador del objetivo o el uso de la API de servicios Web Vuforia. Los objetivos se consultan en tiempo de ejecución de la aplicación que utiliza la función de reconocimiento nube que realiza una búsqueda visual en la nube usando imágenes de la cámara que se han enviado. Además de los datos de destino, los objetivos aprovisionados pueden contener metadatos que son devueltos en la consulta.

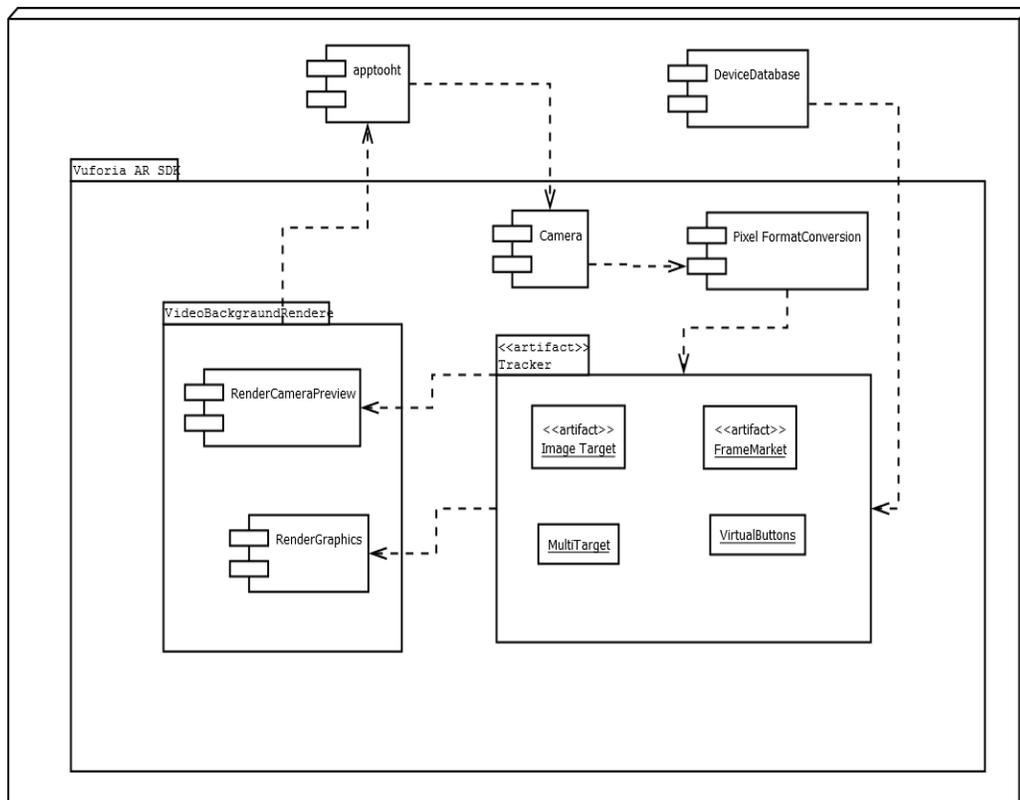


Ilustración 14 Diagrama de componentes del aplicativo desarrollado

Se puede observar en la ilustración 51 como se despliega la aplicación por cada uno de sus componentes, desde que se corre la aplicación hasta que se visualiza el modelo en realidad aumentada en la pantalla del dispositivo móvil.

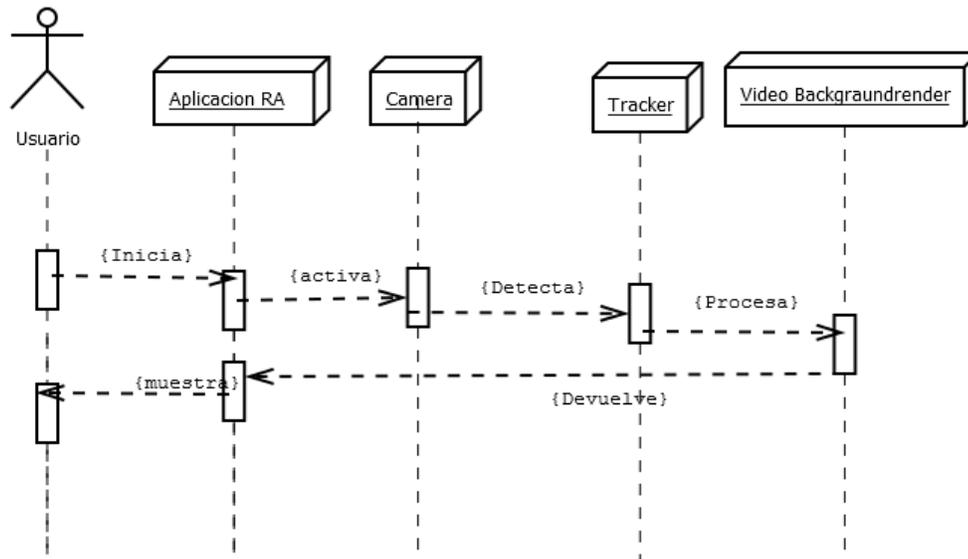


Ilustración 15 Diagrama de despliegue del aplicativo desarrollado

5.3.3 Paso VII Análisis de Riesgos: En esta sección se analizaron las posibles complicaciones que se presentaron en la implementación de la aplicación en realidad aumentada, y se dieron soluciones que evitaron retrasos considerables.

Análisis De Riesgo en el Modelado 3D: los equipos de cómputo no tenían los recursos adecuados para el desarrollo de modelos, debido a la actualización de las salas de cómputo de la universidad este problema se solucionó con la adquisición de hardware con mayor capacidad de procesamiento de imágenes.

Análisis de Riesgo en el Desarrollo de la Aplicación: Para el desarrollo de la aplicación se utilizó vuforia, (Serrano, 2012) hace una comparación entre diferentes herramientas de realidad aumentada y determina que vuforia tiene un rendimiento alto, además de ser la herramienta utilizada por el semillero del cual procede este proyecto.

Las dificultad que se presento fue, el manejo del modo nativo de vuforia, siendo este muy complicado, para solucionar esto se necesitó un IDE de desarrollo conocido como Unity, que permitió manejar las modificaciones a través de un entorno gráfico, facilitando el desarrollo de la aplicación por medio de scripts, fue esta la forma más sencilla de hacer debido a que se contaba con experiencia.

5.4 FASE III CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LOS COMPONENTES DE INGENIERÍA

5.4.1 Paso VIII Armado

Construcción de los Marcadores: Para la creación de los 17 marcadores, se pensó en las indicaciones que daba la página de vuforia, sobre cómo obtener una buena calificación en estrellas sobre el marcador y que este fuera el idóneo para utilizar en la aplicación, donde el número de las estrellas aumentan dependiendo de: las escalas de grises, el brillo, la saturación, la cantidad de vértices e intersecciones de las imágenes que lo conforman. Además se pensó en el hecho de que este representara el modelo que se quería mostrar en realidad aumentada.

Una de las dificultades fue el hecho de cómo fabricar diecisiete (17) marcadores diferentes que cumplieran todas estas características, por lo cual el grupo de desarrolladores se reunieron y lo que se obtuvo de dicha reunión fue que los marcadores se fabricarían de la siguiente forma:

- un marco exterior que cumpliría con los criterios de las escalas de grises, el brillo, la saturación, la cantidad de vértices e intersecciones.
- un recuadro interior inscrito, donde habría un render del modelo que se iba a relacionar con el marcador y el nombre correspondiente.

Para los dieciséis (16) marcos exteriores, se utilizó el entorno de modelado Blender, en el cual dentro de una escena se añadieron varios cuboides de diferentes dimensiones, y para que fuesen variados se agregaron, quitaron, o trasladaron las

lámparas, lo cual generó diferentes tipos de sombras, escalas de grises, vértices e intersecciones, además se tomaba un render (imagen), de diferentes puntos de vista al mover la posición de la cámara. Después de tomar el render se importó la imagen a Paint Microsoft donde se cambió el nivel de saturación y brillo.

Como ejemplo se muestra el marco exterior del marcador principal en la ilustración 30.

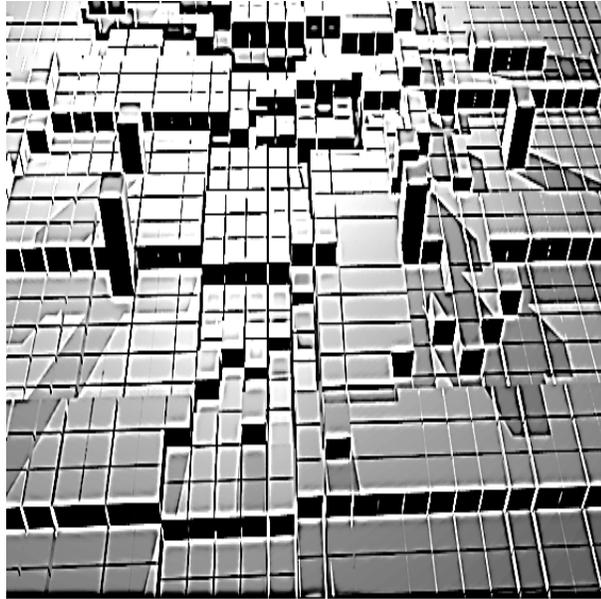


Ilustración 16 Marco exterior del marcador principal

Después se prosiguió con el recuadro interior el cual era un render del modelo 3D, ver ilustración 31.

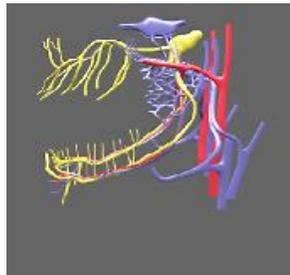


Ilustración 17 Recuadro interior del marcador principal

Para finalmente inscribir el recuadro interior en el marco exterior y obtener marcadores como por ejemplo el que ve en la siguiente ilustración.

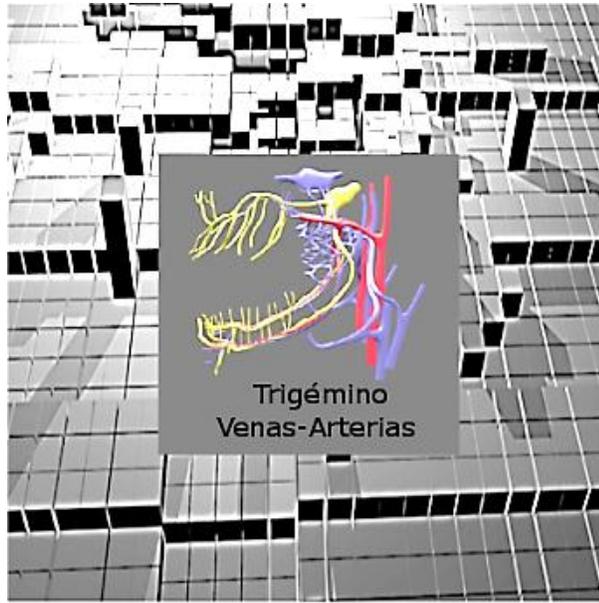


Ilustración 18 Marcador principal

En el CD de anexos, en la carpeta marcadores, se encuentran los diecisiete (17) marcadores diseñados para la aplicación.

5.4.2 Paso IX Construcción de la Aplicación: A nivel arquitectónico se diseñaron diferentes diagramas bajo el estándar UML, estos diagramas se encuentran en la Fase de diseño, y se utilizaron para construir en el entorno Unity por medio del lenguaje C#. En Unity se programaron cada uno de los requerimientos recogidos en la tabla 13 Requerimientos funcionales, como opciones de menú de usuario.

5.4.3 Paso X Evaluación De los OVA's.

En este paso se hicieron las revisiones finales por parte de la médica especialista Lucy Pérez Bula, sobre todos los componentes de los OVA's, antes de su implementación, verifico y aprobó que los modelos cumplieran con criterios de: posición, dimensión, forma, y etiquetado. Determino la bibliografía en la cual se apoyaría el contenido pedagógico del OVA, creo las preguntas de evaluación sobre el contenido pedagógico que tienen los OVA's (ver en anexos, cartas de aval).

5.4. Paso XI Integrar El OVA a Un Sistema De Gestión De Aprendizaje

En este paso se utilizó la herramienta Unity, para cargar los modelos 3D hechos en blender, los marcadores y programar las funcionalidades de los botones en C#. En la siguiente ilustración se muestra la previsualización del aplicativo donde se ve la integración de los siguientes modelos: maxilar superior e inferior con las ramificaciones de nervios, venas, y arterias, desde el simulador de Unity, y los botones que fueron programados para la manipulación del modelo, en cuanto a posición desde las diferentes vista, perfil izquierdo, superior, frontal, inferior, perfil derecho, y los botones arterias, nervios y venas para ocultar o visualizar las estructuras.

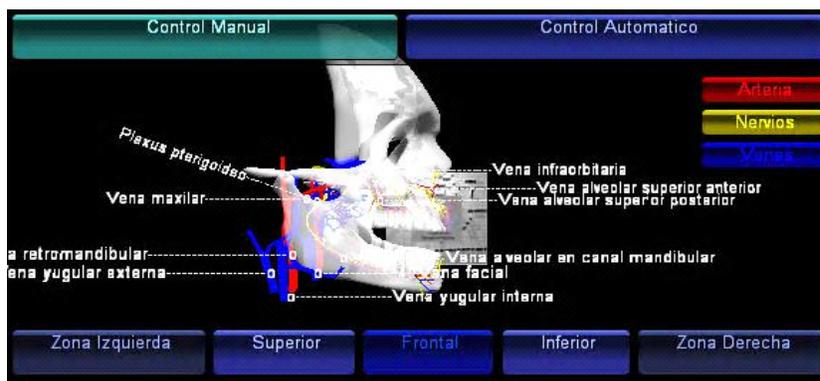


Ilustración 19 Aplicativo desde el simulador de Unity que muestra la mandíbula y las arterias

En la ilustración 53 se muestra la integración de las pulpas y los túbulos internos con cada modelo dentario al que pertenecen, botones de visualización, y manipulación de los modelos.



Ilustración 20 Tercer molar con su pulpa desde la aplicacion

En la ilustración 21 se muestra como se integró la teoría del punto 3.2.6. “Sistema de inervación y vascularización”, en el aplicativo, y como se observan los botones programados, para la reproducción de la teoría, para realizar la evaluación, y cerrar la ventana.

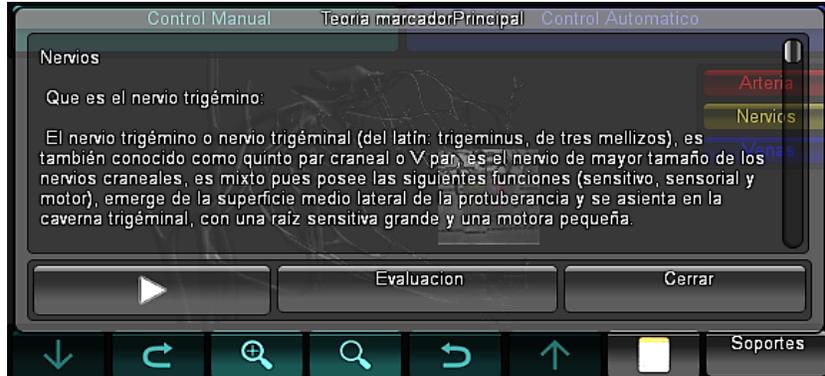


Ilustración 21 Teoría de aplicación desde el simulador

En la siguiente ilustración 22 se muestra como se integró las preguntas de evaluación diseñadas en la Tabla 16 “Preguntas de evaluación del aplicativo”, y los botones para escoger la opción deseada, y pasar a la siguiente pregunta.



Ilustración 22 Preguntas de evaluación de la aplicación desde Unity

5.4.4 Paso XII Evaluación Del Cliente

La evaluación con el cliente tuvo como fin mirar el impacto que el aplicativo causó en los estudiantes de anatomía dental de la Universidad de Cartagena a través de encuestas, donde las respuestas tienen importancia, en pro de la mejora del aplicativo, y recomendaciones para proyectos a futuro. El resultado de la evaluación, en general,

fue satisfactorio como se puede evidenciar en cada uno de los diagramas porcentuales que se muestran más abajo en el presente ítem.

La encuesta se realizó en la Universidad de Cartagena, y el docente a cargo del salón fue Dr. Jairo Berrocal, la asignatura tenía una población de 40 estudiantes de tercer semestre, se extrajo una muestra representativa del 50% equivalente a 20 estudiantes debido a que eran los presentes en el salón de clases.

Dentro de las aplicaciones software es muy importante que el despliegue se haga dentro de un tiempo adecuado, para verificarlo se hizo la siguiente pregunta.

- ¿El tiempo utilizado para iniciar la aplicación, detectar el marcador y visualizar los nervios y vasos sanguíneos fue?

Esta pregunta permitió medir la velocidad de despliegue, en la ilustración 23 se evidencia el diagrama porcentual sobre la muestra, y se nota que la aplicación oscilo dentro de un despliegue rápido y uno normal, con lo cual se puede decir que tiene un buen despliegue, hay que notar que el tiempo de despliegue de una aplicación lo determina los recursos hardware a los que pueda hacer uso.

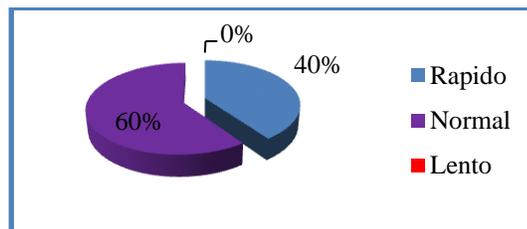


Ilustración 23 Diagrama circular sobre la velocidad de despliegue

En la anatomía dental es muy importante la posición de cada ramificación del sistema de inervación y de vascularización, y como este proyecto va dirigido a un personal especializado, es pertinente mirar que los modelos cumplan con la ubicación espacial, la siguiente pregunta buscó verificar lo anterior.

- ¿Califique su grado de satisfacción con respecto a la ubicación espacial y calidad de los nervios, arterias y venas?

La pregunta anterior arrojó el siguiente diagrama porcentual (ver ilustración 24), el cual muestra el nivel de satisfacción dentro de un rango de números del 1 al 5, siendo 5 el nivel más alto de satisfacción, el 85% de los estudiantes, está muy satisfecho con respecto a la ubicación espacial el 15% de la muestra lo calificó con un cuatro (4) lo cual indica que están satisfechos.

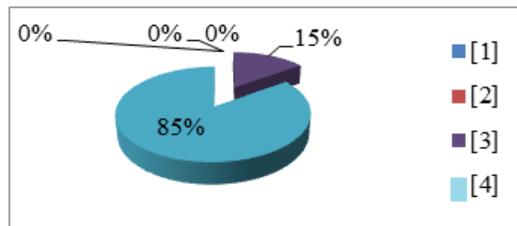


Ilustración 24 Diagrama circular sobre el grado de satisfacción espacial de los modelos

Es indispensable que todo usuario de un software tenga una buena interfaz que le permita una buena interacción, con la siguiente pregunta se midió el grado de satisfacción con respecto a los controles del objeto virtual.

- ¿El grado de satisfacción con respecto a las opciones de interacción con el objeto virtual es?

En la ilustración 25 se muestra la interacción que tuvieron los usuarios con el aplicativo es: 85% excelente, y 15% bueno, los usuarios se sienten cómodos con los controles ofrecidos

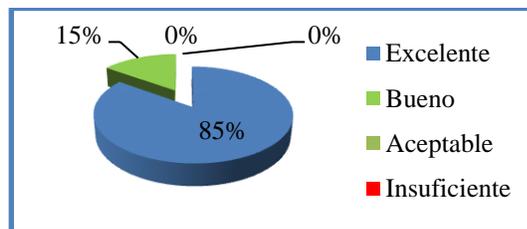


Ilustración 25 Diagrama circular sobre opciones de interacción con el OVA

Los estudiantes de anatomía dental que participaron en esta encuesta se encontraban en el tercer corte de la materia, por lo cual pudieron dar su punto de vista en cuanto al

contenido pedagógico mostrado en la aplicación, fue por esto que se hizo la siguiente pregunta.

- ¿El contenido teórico mostrado en la aplicación es?

Observando la ilustración 26, el contenido es excelente para un 80% de los estudiantes y para el 20% restante es bueno. Este contenido se encuentra en la sección 3.2.6 del marco teórico.

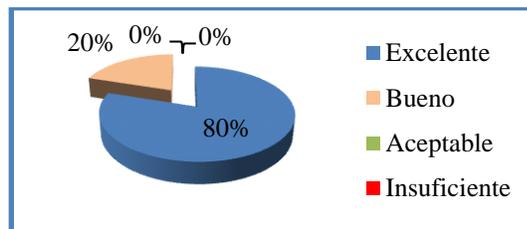


Ilustración 26 Diagrama circular sobre contenido teórico

- ¿las preguntas de evaluación son las adecuadas?

El 100% de los estudiantes les pareció adecuados las preguntas.

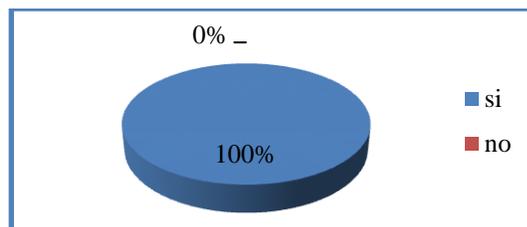


Ilustración 27 Diagrama circular sobre las preguntas de evaluación

Es de resaltar que estas preguntas, fueron diseñadas por la D.r. Lucy Perez Bula, y se encuentran tabuladas a continuación, con las respuestas en rojo.

Tabla 17 Preguntas de evaluación del aplicativo

<p>1 ¿Cuál es el par craneal que da sensibilidad a los dientes?</p> <p>a) Nervio facial b) Nervio hipogloso c) Nervio trigémino d) Nervio glosofaríngeo</p>	<p>2 ¿De dónde viene la vena alveolar superior anterior?</p> <p>a) Vena infraorbitaria y ósea b) Vena antrales, ósea, incisiva c) Vena incisiva, mentoniana, ósea d) Venas pulpares, ósea y antrales</p>
<p>3 ¿Por dónde entra el nervio mandibular al maxilar inferior?</p> <p>a) agujero redondo mayor b) agujero redondo menor c) agujero mandibular d) agujero oval</p>	<p>4 ¿El plexo pterigoideo es un entretreído de?</p> <p>a) Venas b) Arterias c) Nervios d) Ninguna de las anteriores</p>
<p>5 ¿Qué rama o ramas del V par craneal se encarga de la inervación de los dientes?</p> <p>a) Oftálmico b) Maxilar superior c) Maxilar inferior d) b y c</p>	<p>6 ¿Cómo se llama la vena que se anastomosa con la vena mentoniana?</p> <p>a) Vena alveolar inferior b) Vena incisiva c) Vena pulpar d) Vena alveolar superior posterior</p>
<p>7 ¿Cómo se llama el nervio que inerva los dientes inferiores?</p> <p>a) Alveolar inferior b) Palatino c) Incisivo d) Nasopalatino</p>	<p>8 ¿Por cuál vena son drenadas directamente las Pulpas de los premolares y molares?:</p> <p>a) Venas pulpares b) venas oseas c) vena dentaria anterior d) venas antrales</p>

¿Cómo se llama el nervio que inerva los dientes superiores?

- 9
- a) Palatino
 - b) Incisivo
 - c) **Alveolar superior**
 - d) Nano palatino

¿Por cuales venas está formada la vena dentaria anterior?

- 10
- a) Venas óseas y pulpares
 - b) Venas antrales y pulpares
 - c) **venas óseas y antrales**
 - d) venas gingivales y pulpares

¿Es un nervio continuación del nervio alveolar inferior?

- 11
- a) Nervio milohioideo
 - b) Nervio maxilar
 - c) **Nervio metoniano**
 - d) Ninguna de las anteriores

¿En dónde desembocan las venas dentarias superiores?

- 12
- a) vena milohioidea
 - b) **Plexopteroideo o pterigomaxilar**
 - c) Venas pulpares
 - d) Vena infraorbitaria

¿Cuál es el nombre de la primera rama del trigémino?

- 13
- a) Nervio maxilar
 - b) **Nervio oftálmico**
 - c) Nervio infraorbitario
 - d) Nervio mandibular

¿Cuál es el nombre de la vena que atraviesa el canal mandibular?

- 14
- a) Vena mentoniana
 - b) Vena incisiva
 - c) Vena alveolar posterior
 - d) **Vena alveolar inferior**
-

¿Cómo termina el nervio dentario inferior?

- 15 a) Nervio milohideo
b) **Nervio mentoniano**
c) Nervio incisivo
d) Nervio palatino

¿la vena incisiva drenan las pulpas?

- 16 a) **incisivas y caninas inferiores**
b) molares y premolares
c) ninguna de las anteriores
d) solo incisiva

¿De qué arteria provienen las ramas que irrigan los dientes?

- 17 a) Arteria esfenopalatina
b) **Arteria maxilar interna**
c) Arteria lingual
d) Arteria facial

¿Cuáles de las siguientes no se relacionan con pulpa?

- 18 a) Cámara pulpar
b) Cámara de la raíz
c) Órgano de tejido conjuntivo
d) **Dentina**

¿Cómo se llama la arteria que irrigan a los dientes superiores?

- 19 a) Arterias esfenopalatina
b) **Arterias alveolar superior**
c) Arterias palatina
d) Arteria alveolar

¿En qué parte del diente se distinguen las ramas nerviosas?

- 20 a) Raíz
b) Cemento
c) Ligamento periodontal
d) **pulpa**

¿Seleccione cuál es la arteria principal que llega al cuello?

- 21
- a) Arteria yugular interna
 - b) Arteria yugular externa
 - c) Arteria aorta anterior
 - d) **Ninguna de las anteriores**

¿Por dónde entra al diente las arterias que lo irrigan?

- 22
- a) **conducto apical**
 - b) Agujero mandibular
 - c) Agujero incisivo
 - d) Agujeros palatinos mayores

¿Cuáles son las ramificaciones de la arteria carótida externa que irrigan los dientes?

- 23
- a) **Maxilar interna**
 - b) Temporal superficial
 - c) Temporal superficial
 - d) Ninguna de las anteriores

¿En qué parte del diente se distinguen las ramas arteriales?

- 24
- a) Raíz
 - b) **Pulpa**
 - c) Cemento
 - d) Ligamento periodontal

¿Qué arteria irrigan los premolares y molares superiores?

- 25
- a) Arteria dentaria media
 - b) **Arteria dentaria posterior**
 - c) Arteria suborbitaria
 - d) Arteria alveolar

¿Qué es el espacio pulpar?

- 26
- a) Un sinónimo de pulpa
 - b) Una porción coronal de la pulpa
 - c) **Es la zona del diente ocupada por esta**
 - d) Es una porción radicular

<p>27 ¿Qué arteria irrigan los incisivos y caninos del maxilar?</p> <p>a) Arteria dentaria media</p> <p>b) Arteria dentaria posterior</p> <p>c) Arteria suborbitaria</p> <p>d) Arteria anterior</p>	<p>28 ¿La pulpa dental es?:</p> <p>a) Un Tejido blando</p> <p>b) Una recamara del diente</p> <p>c) Un canal</p> <p>d) Ninguna de las anteriores</p>
--	--

El aplicativo se instaló en diferentes celulares Android y en tablets, se hizo indispensable ver la cantidad de errores o inconvenientes que se presentaron por eso se les hizo a los estudiantes la siguiente pregunta.

- ¿Cuál fue la cantidad de errores presentados durante el uso de la aplicación?

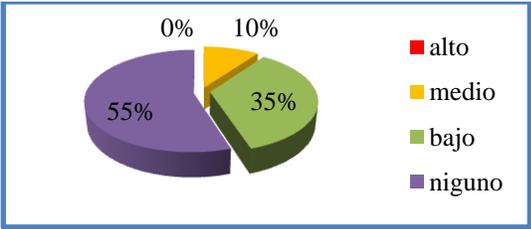


Ilustración 28 Diagrama circular sobre errores en la aplicación

Se puede notar en la ilustración 28, la mayoría de los dispositivos no se presentaron errores, y los que se hicieron presentes fueron consecuencia del recurso hardware. Se observó que en la tablet no se presentaron errores, debido a que esta tiene mayor capacidad de procesamiento y se concluyó que en los otros dispositivos había instaladas aplicaciones que ocupaban gran parte de la capacidad de procesamiento.

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción que tiene con respecto a la aplicación?

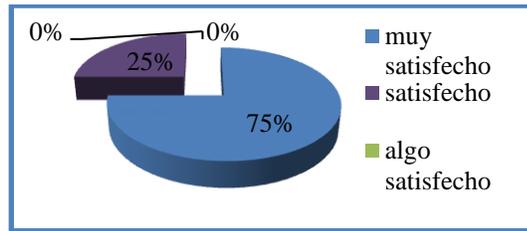


Ilustración 29 Diagrama circular sobre el nivel de satisfacción de la aplicación

Con el fin de buscar mayor calidad en la aplicación y recomendaciones a proyectos futuros se hizo la siguiente pregunta.

- ¿Le agregaría algo a la aplicación?

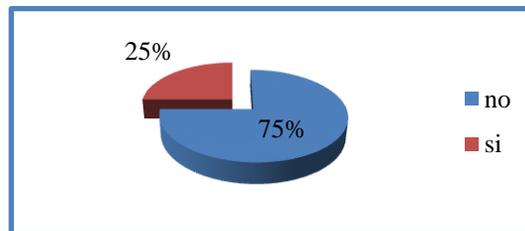


Ilustración 30 Diagrama que muestra los porcentajes de las personas que quieren agregar algo a la aplicación

En la ilustración 30 se observa que el 25% de los estudiantes le agregarían algo a la aplicación, y ellos proponen un control a través del touch de la pantalla táctil de los dispositivos donde ellos puedan interactuar con el modelo a través de la pantalla, además de los controles existentes, otro punto que piden que agregen es el conveniente a las etiquetas que indiquen las ramificaciones de los sistemas de inervación y vascularización que aparecen descritos en la tabla 10.

A lo cual se tomó en cuenta el aporte y se agregó las etiquetas al aplicativo.

- ¿Alguna vez usted ha incluido esta tecnología en el proceso de aprendizaje del sistema de inervación y vascularización de los órganos dentarios?

Con los resultados obtenidos en la anterior pregunta se puede concluir que los estudiantes desconocían dicha tecnología y sus aportes, para ellos observar la ejecución de la aplicación fue de gran impacto.

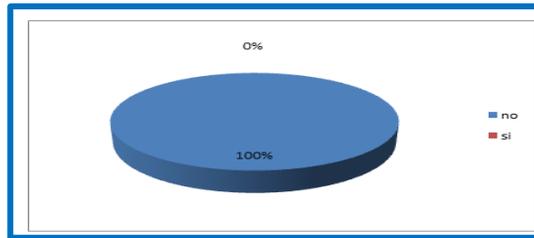


Ilustración 31 Diagrama que muestra la inclusión del alumnado de este tipo de tecnología en su proceso de aprendizaje

Los estudiantes de anatomía dental están totalmente de acuerdo del gran aporte que brinda este proyecto al proceso de enseñanza, como se puede observar en la ilustración 31.

- ¿Considera que esta aplicación puede ayudar en el proceso Enseñanza-Aprendizaje?

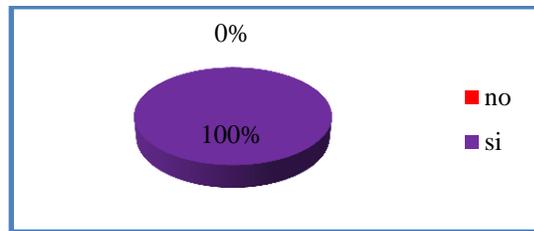


Ilustración 32 Diagrama que muestra la opinión de los estudiantes sobre la aplicación y el proceso de enseñanza

6 CONCLUSIONES

A través de este proyecto se logró dar solución a una serie de necesidades dentro de la Facultad de Odontología, en un tiempo muy corto, con un alto grado de innovación tecnológica y con un bajo costo de implementación, estas fueron: la limitación del uso de materiales y la calidad, para el estudio de la anatomía dental, la disponibilidad, ubicuidad y escalabilidad. Además relaciona los resultados con estudios existentes descritos en el ítem de resultados en este proyecto.

La pregunta de investigación planteada fue: ¿Cómo optimizar la didáctica del aprendizaje, de la anatomía del sistema de inervación y vascularización de los órganos dentarios, con una propuesta innovadora y sin que su implementación sea costosa?

La respuesta a esta pregunta es el “DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA DEL SISTEMA DE INERVACION Y DE VASCULARIZACION DE LOS ORGANOS DENTALES EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.”

Implementados en realidad aumentada para dispositivos Android 2.0 en adelante.

Con el cumplimiento de los objetivos de este proyecto los coinvestigadores lograron ganar mucha experiencia, a continuación será descrito el conocimiento y las habilidades ganadas con cada objetivo específico alcanzado:

Los coinvestigadores reforzaron conocimientos sobre los diferentes motores de bases de datos para la búsqueda de información de veracidad científica, e identificación y clasificación de información pertinente a este proyecto, conocimiento de diferentes proyectos nacionales e internacionales de realidad aumentada, para fortalecer el aprendizaje, identificación de roles para mejorar el trabajo en equipo, conocimiento sobre las diferentes metodologías para el desarrollo de OVA'S.

Se adquirió conocimiento en lo concerniente a la anatomía de los nervios, venas y arterias que inervan e irrigan los dientes, como es la posición espacial, el nombre que reciben cada

rama, el origen y la terminación de esta, las ramas colaterales, y dimensiones, la experiencia real con un cadáver donde fue expuesto lo anteriormente descrito.

En el desarrollo de los objetos 3D, se adquirió conocimiento especializado sobre, el modelado 3D, las distintas herramientas de modelado, aspectos técnicos de Blender, destreza en el manejo de Blender.

Con el desarrollo del sistema de gestión, se refrescaron y ampliaron conceptos de arquitectura de software, el grupo de desarrollo comprendió la arquitectura del SDK de Unity para Vuforia y la secuencia interna entre sus componentes.

Se obtuvieron conocimientos en: las diferentes herramientas para el desarrollo de aplicaciones en realidad aumentada, aspectos técnicos y funcionales sobre la herramienta Unity, sintaxis y semántica del lenguaje de programación C#.

Con la redacción del presente documento se aprendió a mejorar la forma en que se expresan las ideas, o se da a entender un conocimiento de manera escrita, profundizando conceptos de literatura y ortografía, a trabajar de manera sistemática y organizada.

Este estudio se destaca pues Colombia tiene poco tiempo incursionando en el campo de la realidad aumentada, y pocos aportes en la creación de OVA'S en el área de la Odontología, los aportes más significativos son los hechos por la Universidad de Cartagena, donde el ministerio de las TIC, está haciendo un fuerte llamado a que los colombianos hagan aportes al banco de objetos virtuales, también cubre una necesidad interna de la Universidad, de materiales innovadores y tecnológicos en los procesos de enseñanza. Esto abre un abanico de posibilidades, para que se realicen otros proyectos similares.

Este estudio es escalable pues permite que la aplicación sea editable y se le pueda enriquecer, ya sea con otros modelos, con animaciones, más opciones, entre otras funcionalidades.

La capacidad de captar la atención por medio de esta aplicación, haciendo que las personas, utilicen todos los canales (visual, auditivo, kinestésico) en el aprendizaje. Durante el desarrollo del estudio se obtuvo un resultado inesperado en la manera como se desplegaban los OVA'S, dependiendo del dispositivo móvil utilizado para ejecutarlos. En algunos salían

todas las funcionalidades y en otros no del todo, por lo cual se ajustaron los contenidos de manera que fueran uniformes en la mayoría de dispositivos.

Otro resultado inesperado es el de poder adentrarse dentro de los modelos solo con visualizar el marcador, acercarse a él con el dispositivo móvil y visualizar el interior de los modelos, pues es una opción que tiene Unity.

No se esperaba tampoco visualizar la transparencia de los modelos para ver estructuras internas. Unity da la opción de manera más fácil.

Estos dos últimos resultados fueron inesperados pero beneficiosos.

Este proyecto permitió solucionar la problemática referente al estudio de la anatomía dental, en cuanto a escasez de materiales (ubicuidad, detalle), ofreciendo una solución innovadora y atractiva para el estudio, evaluación y retroalimentación de la temática.

7 RECOMENDACIONES:

A continuación se mencionaran una serie de recomendaciones que contribuirán al enriquecimiento de la investigación.

Agregar los nervios, arterias y venas que recorren todo el cráneo, que le permitan al estudiante tener un panorama más amplio y así completar la anatomía total del sistema de inervación y vascularización ya que la que se obtuvo en este proyecto fue la concerniente a los órganos dentales.

Animar los modelos y hacer simulaciones que muestren el comportamiento de los modelos con respecto a diferentes procedimientos, que se forman en el sistema de inervación y vascularización. Como por ejemplo como recorren las señales eléctricas a los nervios, la sangre a las venas y arterias.

Implementar nuevas formas de visualización e interacción para el usuario con respecto al aplicativo, por ejemplo pantallas táctiles, gafas Google Glass, proyectores 3D, hologramas.

Implementar nuevas formas de interacción con el OVA, por ejemplo tecnología kinect que es el sistema de control por movimiento creado para la consola Xbox 360 O Wii como lo propone (Bernardes, Nakamura, Calife, & Tokunaga, 2009).

Abrir una línea de investigación orientada a la creación de OVA'S y escalabilidad, en otras asignaturas y demás carreras dentro de la Universidad de Cartagena.

Implementación de los OVA'S en otro tipo de dispositivos con sistema operativo diferente a Android, por ejemplo IOS o Windows Mobile.

Conexión y actualizaciones por medio de la web de los contenidos pedagógicos y los modelos o las OVA'S.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Andujar, J. M., & et al. (2011). *Realidad Aumentada para la Mejora de los Laboratorios Remotos: Un Laboratorio Remoto Aumentada*. *IEEE Transactions on Education*, 492-500.
- ARToolworks . (2014). *Andar realidad aumentada para android*. Recuperado el 17 de Marzo de 2014, de <https://code.google.com/p/andar/>
- ARToolworks INC. (2014). *Andar Realidad Aumentada para Android*. Recuperado el 17 de Marzo de 2014, de <https://code.google.com/p/andar/>
- Aumentaty. (2012). *Aumentaty el valor de la realidad aumentada*. Recuperado el 3 de 2 de 2014, de <http://www.aumentaty.com/es/content/descubre-realitat3-una-aplicaci%C3%B3n-educativa-del-equipo-aumentaty>
- Autodesk. (2014). *AUTODESK*. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de <http://www.autodesk.es/products/autodesk-3ds-max/overview>
- BBC. (2014). *BBC casa*. Recuperado el 4 de Marzo del 2014, de http://www.bbc.co.uk/schools/websites/11_16/
- Bernardes, J., Nakamura, R., Calife, D., & Tokunaga, D. (2009). *La integración del controlador de Wii con enJine: interfaces 3D extender las fronteras de un motor de juego didáctico*. *ACM*, 12-24.
- Billinghurst, M., & et al. (1 de 2 de 2008). *HITLabNZ*. Recuperado el 1 de Enero del 2014, de *Human Interface Tecnology Laboratory New Zeland*: <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54>
- Blender.org. (2012). *Blender*. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de <http://www.blender.org/about/>
- Borrero, M. C., & et al. (2010). *Una metodología para el diseño de objetos de aprendizaje. La experiencia de la DINTEV de la Universidad del Valle*. *DINTEV de la Universidad del Valle*, 10-23.
- Botti, R. N. (27 de Diciembre de 2013). *Universidad de Buenos Aires*. Recuperado el 19 de Marzo de 2014, de *Facultad de Odontología. Hospital Odontológico Universitario*: <http://www.odon.uba.ar/uacad/anatomia/docs/nerviodontario>

- Caceres , C. (20 de Enero de 2012). CARVAJAL. Recuperado el 10 de Octubre del 2012, de <http://www.carvajal.com/ciudad-guru-nueva-solucion-de-carvajal-informacion.html>
- Calderon, E. J. (11 del julio de 2011). slideshare. Recuperado el 20 de Marzo del 2014, de <http://www.slideshare.net/edwin140260/circulacion-arterial-y-venosa-del-sistema-dentario-y-estructuras-perimaxilares-8577581>
- Calvo, R. (2 de Febrero del 2011). LibreGeoSocial: FLOSS Realidad Aumentada. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.libregeosocial.org/node/24>
- Castell, P., & Diaz, G. (17 de Marzo del 2010). slideshare. Recuperado el 1 de Marzo del 2014, de <http://www.slideshare.net/pablocastell/objetos-virtuales-de-aprendizaje-ova>
- Ceniceros, K., & et al. (2013). AR Sistema digestivo: La visualización en 3D del sistema digestivo con la Realidad Aumentada. IEEE, 90-95.
- Cold Spring Harbor Laboratory. (2002). DNA from the beginning. Recuperado el 4 de Marzo del 2012, de <http://www.dnafb.org/>
- CosmoLearning. (2007). cosmolearning. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de <http://www.cosmolearning.com/>
- Diamond, M. (2000). Anatomia dental Con la Anatomia de la Cabeza y del cuello. Mexico: UTHEA Noriega editor.
- Drake, R. L., Vogl, W., Gray , H., & W.M, A. M. (2010). Gray's Anatomy for Students. Philadelphia: Churchill Livingstone /ELSEVIER.
- Drake, R. L., Vogl, W., Gray, H., & Mitchell, A. (2010). Gray's Anatomy for Students. Philadelphi: ELSEVIER.
- Educarchile. (2013). educarchile. Recuperado el 11 de Marzo del 2014, de <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=78032>
- Esquivel, D. L. (2013). Dirección Nacional de Innovación Académica. Recuperado el 18 de Marzo del 2014, de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/52222/html/cont6c.html>
- Fundacion Telefonica. (2012). Fundacion Telefonica España. Recuperado el 4 de Junio de 2013, de http://www.fundacion.telefonica.com/es/arte_cultura/publicaciones/detalle/165

- Fundación Universitaria Católica del Norte. (8 de 2005). Católica del norte fundacion Universitaria. Medellín: Cooimpresos.*
- Gartner. (4 de 2013). Gartner. Recuperado el 11 de Marzo del 2014, de <http://www.gartner.com/newsroom/id/2573415>*
- Gartner. (2013). Gartner. Recuperado el 12 de Mayo del 2013, de <http://www.gartner.com/newsroom/id/2573415>*
- González, M. (9 de 11 de 2012). GENBETA. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de <http://www.genbeta.com/herramientas/autodesk-123d-design-modelado-3d-multiplataforma-gratuito-y-en-la-nube>*
- IEEE. (2014). ISMAR. Recuperado el 4 de Marzo del 2014, de <http://ismar.vgtc.org/>*
- Insignares, S., & et al. (2013). Cartagena.*
- Iriscom. (2011). Control de ordenador por mirada. Recuperado el 2 de Enero del 2014, de <http://www.iriscom.org/Iriscom/quienes-somos.html>*
- Izkara, J. L., Pérez, J., Basogain, X., & Borro, D. (15 de agosto del 2001). CiteSeerX. Recuperado el 4 de 3 de 2014, de *Mobile Augmented Reality, an Advanced Tool for the Construction Sector*: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.113.3717&rep=rep1&type=pdf>*
- Kishino, F., & Milgram, P. (1997). Taxonomy of Mixed reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information Systems, Vol E77-D.*
- Lugmaña, M. I. (11 de 2011). Universidad Politecnica Salesiana. Recuperado el 13 de mayo del 2013, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4096/1/ST000112.pdf>*
- Maier, P., & Klinker, G. (2013). Technische Universität München. Recuperado el 3 de Marzo del 2014, de <http://ar.in.tum.de/pub/maierp2013expat/maierp2013expat.pdf>*
- Martinez, E. (6 de 8 de 2013). Clínica de Especialidades Dentales. Recuperado el 19 de Marzo del 2014, de CED: <http://www.enriquemartinezmartinez.com/wp-content/uploads/2013/08/6.pdf>*
- Maya. (2013). Autodesk. Recuperado el 7 de Marzo del 2014, de Maya: <http://www.autodesk.com/products/autodesk-maya/overview>*

- Medina , s., & Guerrero, M. (2009). *Una Estrategia Para El Apoyo De Los Procesos De Enseñanza - II seminario ACE contruyendo conocimiento en comunidades colaborativas de aprendizaje* (pág. 79). Bucaramanga : ISTEAC.
- Ministerio de Educacion Nacional. (2005). *Colombia Aprende*. Recuperado el 30 de Marzo del 2012, de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99368.html#h2_1.
- Ministerio de Educación Nacional. (Enero de 2007). *Campus Virtual UDES*. Recuperado el 30 de Marzo del 2012, de CVUDES: <http://www.cvudes.edu.co/ModeloPedagogico/Ovas.aspx>
- Ministerio de educacion nacional. (2007). *Colombia aprende la red del conocimiento*. Recuperado el 11 de Marzo del 2014, de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99543.html>
- Nassir, N., & et al. (Febrero de 2012). *First Deployments of Medical Augmented Reality in Operating Rooms*. Recuperado el 26 de Marzo del 2012, de www.ieee.org: <http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2234/dl/mags/co/5555/01/mco2011990250.pdf>
- Netter, F. H. (2011). *Atlas de Anatomia Humana*. Barcelona: Elsevier Masson.
- NyArtoolkit. (22 de Diciembre del 2011). *Creative Applications Network*. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de <http://www.creativeapplications.net/tag/tutorial/>
- NyArtoolkit. (2013). *NyARToolkit project*. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de <http://nyatla.jp/nyartoolkit/wp/>
- Oberti, C., & Acuña, E. (2002). *Estudio Estructural y Ultraestructural de la Inervación y Vascularización del Organó Pulpar Humano. Aspectos Endodónticos*. *Revista Dental de Chile*, 21_28.
- OCU . (18 de 4 de 2013). *ocu la fuerza de tus desiciones*. Recuperado el 11 de Marzo del 2014, de <http://www.ocu.org/tecnologia/telefono/informe/sistemas-operativos-para-moviles557134>
- Osorio Urrutia Beatriz, M. A. (s.f.). www.colombiaaprende.edu.co. Recuperado el 23 de julio del 2012, de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-172721_archivo.pdf
- Patiño, M., & et al. (2009). *Pontificia Universidad Javeriana*. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf

- Pressman, R. S. (2002). *ingeniería de software un enfoque práctico*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Puello, P., & et al. (2013). *Cartagena*.
- Qualcomm. (2011). *Vuforia developers*. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de <https://developer.vuforia.com/resources/sample-apps/image-targets-sample-app>
- Qualcomm. (2011). *Vuforia developers*. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de <https://developer.vuforia.com/resources/dev-guide/getting-started>
- Realidad Virtual. (2005). *REALIDAD VIRTUAL.COM*. Recuperado el 11 de Marzo del 2014, de <http://www.realidadvirtual.com/que-es-la-realidad-virtual.htm>
- Rivera , G. (2011). *Nervio trigémino: aspectos esenciales desde las ciencias*. *Revista estomatología*, 33-39.
- Robert McNeel & Associates. (2014). *Rhinoceros*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.rhino3d.com/la/new>
- Rolando, F. (Octubre de 2012). *www.palermo.edu*. Recuperado el 4 de Marzo del 2014, de http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/pendc/archivos/4674_open.pdf
- Romero Abelló, A. (2011). *gobierno de españa Ministerio de educacion, cultura y deporte*. Recuperado el 18 de Marzo del 2014, de *Proyecto biosfera*: <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/Relacor/contenido4.htm>
- Ruiz Liard, A., & Latarjet, M. (2006). *Anatomia Humana*. Buenos Aires: Panamericana.
- SALCEDO NUÑEZ, F. (9 de 4 de 2009). *Scribd*. Recuperado el 7 de octubre de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/14093244/Sistema-estomatognaticoFernandoSalcedo>
- Salmeron, J. (2010). “*La primera experiencia internacional*” de uso de la Realidad Aumentada en ámbito de la implantología. Recuperado el 27 de Marzo de 2012, de *Abadianet*: http://www.abadianet.com/realidad_aumentada.htm
- Salmi, H., Kallunki, V., & Kaasinen, A. (2012). *Hacia un entorno de aprendizaje abierto a través de Realidad Aumentada (AR): Visualizar lo invisible en Centros de Ciencias y las Escuelas de Formación de Profesores*. *ELSEVIER*, 284-295.
- SCORM Development Tools . (2011). *JCA solutions THE SCORM AUTHORITY*. Recuperado el 11 de Marzo del 2014, de <http://www.scormsoft.com/scorm>
- Serrano, A. (9 de 2012). *Universidad politecnica de Valecia*. Recuperado el 12 de mayo del 2013, de

<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18028/Memoria%20TFM%20Ana%20Serrano.pdf?sequence=1>

Tovar, L. C., & et al. (2011). *APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA DE LA SIMETRÍA MOLECULAR PARA LOGRAR UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO*. cartagena.

Tovar, L. C., & et al. (2014). *Propuesta Metodológica para la Construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje basados en Realidad Aumentada*. Centro de Información Tecnológica, 1-10.

Trimble Navigation Limited. (2013). *SketchUp*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.sketchup.com/es>

UNESCO. (2013). *Organizacion de las nNaciones Unidas para la Educacion la ciencia y la cultura*. Recuperado el 11 de Marzo del 2014, de <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed/>

Velayos, j., & Santana, H. (2007). *Anatomía de la cabeza, para Odontólogos*. Buenos Aires: panamericana.

Wikitude. (2014). *Wikitude*. Recuperado el 17 de Marzo del 2014, de <http://www.wikitude.com/>

Wolfe, J. (2004). Recuperado el 12 de Marzo del 2014, de <https://www.phys.unsw.edu.au/music/>

Me volví y vi debajo del sol, que ni es de los ligeros la carrera, ni la guerra de los fuertes, ni aun de los sabios el pan, ni de los prudentes las riquezas, ni de los elocuentes el favor; sino que tiempo y ocasión acontecen a todos.

ECLESIASTES 9:11