

**DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE COMO APOYO AL
ESTUDIO DE LA ENDODONCIA EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**

PROYECTO DE INVESTIGACION

INVESTIGADORES:

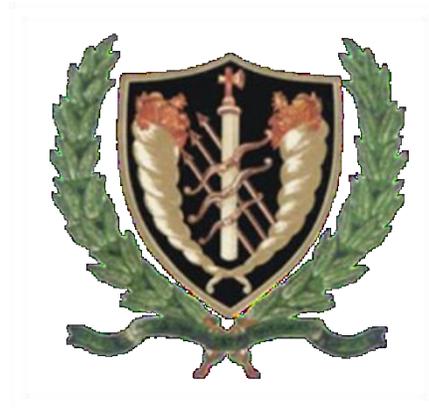
LUIS CARLOS TOVAR GARRIDO

STELLA PUPO MARRUGO

CO-INVESTIGADORES:

NELSON DANIEL BARRIOS VALENCIA

ROBERTO CARLOS FERRER GARCÍA



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS, 2016**

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto de investigación, rinde homenaje y agradecimiento a personas que de manera directa e indirecta han contribuido a la realización y culminación de la investigación.

Primeramente son otorgadas las gracias a Dios quien es el responsable de brindar la fuerza para poder llevar a cabo cualquier actividad. A familiares que son los encargados de brindar apoyo físico y emocional. Padres, hermanos, primos y un sin número de familiares han hecho posible el enriquecimiento de la vida personal de los desarrolladores del presente proyecto.

Son entregados agradecimientos a la Universidad de Cartagena, por transformar a personas a través de su proceso académico, llevando a al estudiante a ser un profesional íntegro en cada una de las áreas de la vida. De manera directa a los docentes tutores encargados de dirigir el proyecto por una línea de investigación que permitió la adquisición de herramientas y aptitudes aplicadas para solventar problemas y circunstancias de la vida laboral y cotidiana. Indirectamente a cada profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, e igualmente a docentes de la Facultad de Odontología, que por medio de sus enseñanzas han hecho posible la culminación del presente proyecto.

No pueden faltar los agradecimientos a las personas que han recorrido el camino académico junto a ti, aquellos que empezaron como compañeros y bien hoy se han transformado en amigos, a ustedes muchas gracias por su apoyo incondicional.

Finalmente gracias a ti, que lees el presente proyecto, porque demuestras el éxito de la investigación, al dotarte de información que puedas aplicar en desarrollos futuros.

Gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN	6
ABSTRACT	7
2. INTRODUCCIÓN	8
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2.3 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	10
2.4 JUSTIFICACION	10
3. MARCO DE REFERENCIA.....	11
3.1 ESTADO DEL ARTE.....	11
3.1.1 Objetos virtuales de aprendizaje	11
3.1.2 Realidad Aumentada	14
3.1.3 Mobile Learning.....	15
3.2 MARCO TEÓRICO.....	16
3.2.1 Objetos virtuales de aprendizaje.....	16
3.2.2 Realidad Aumentada.....	19
3.2.3 Mobile Learning.	20
3.2.4 Endodoncia.....	20
3.3 ANTECEDENTES	29
3.3.1 Objetos Virtuales de aprendizaje en Colombia	29
3.3.2 Realidad Aumentada En La Educación Nacional.....	31
3.3.3 Mobile Learning	31
4 OBJETIVOS Y ALCANCE	32
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	32
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
4.3 ALCANCE	33

5	METODOLOGIA	34
6	RESULTADOS Y DISCUSIONES	37
7	CONCLUSIONES	72
8	RECOMENDACIONES	73
9	BIBLIOGRAFIA.....	74

LISTADO DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1 Tratamiento de Conducto Radicular	21
Ilustración 2 Análisis del muestreo. (Estudiantes).....	38
Ilustración 3 Análisis del muestreo. (Docentes)	39
Ilustración 4 Pulpa y Zonas Celulares.....	41
Ilustración 5 Preparación y Obturación.....	41
Ilustración 6 Esquemas de los modelos 3D	43
Ilustración 7 Marcadores (Markets).....	44
Ilustración 8 Animando con Blender	45
Ilustración 9 Marcadores	45
Ilustración 10 Google Voice.....	47
Ilustración 11 Casos de uso.	48
Ilustración 12 Diagrama de Componentes.	49
Ilustración 13 Diagrama de Secuencia: Caso de uso – Visualizar Modelos 3D.	50
Ilustración 14 Diagrama de Secuencia: Caso de uso – Reproducir Audio.	50
Ilustración 15 Diagrama de Secuencia: Caso de uso – Realizar Evaluación	51
Ilustración 16 Diagrama de Secuencia: Caso de uso – Revisar Resultados.....	51
Ilustración 17 Entorno Unity3D	53
Ilustración 18 Subida de marcador a Vuforia.....	53
Ilustración 19 Descargar Plugin Vuforia para Unity	54
Ilustración 20 Integración Modelos – Marcadores	54
Ilustración 21 Scripts Programación C#	55

Ilustración 22 Integración de Audios en unity	55
Ilustración 23 Visualización de Célula Dendrítica	56
Ilustración 24 Visualización de la animación.....	56
Ilustración 25 Diseño de Pantallas.....	57
Ilustración 26 Evaluaciones y Resultados	58
Ilustración 27 Selección de la versión Android.....	58
Ilustración 28 Generación del aplicativo.....	59
Ilustración 29 Semestre de los estudiantes que hicieron la prueba piloto.....	60
Ilustración 30 Formato de Evaluación de la aplicación.	61
Ilustración 31 Resultados - Pregunta de evaluación #1	62
Ilustración 32 Resultados - Pregunta de evaluación #2	62
Ilustración 33 Resultados - Pregunta de evaluación #3	63
Ilustración 34 Resultados - Pregunta de evaluación #4	63
Ilustración 35 Resultados - Pregunta de evaluación #5	64
Ilustración 36 Resultados - Pregunta de evaluación #6	64
Ilustración 37 Resultados - Pregunta de evaluación #7	65
Ilustración 38 Resultados - Pregunta de evaluación #8	66
Ilustración 39 Resultados - Pregunta de evaluación #9	66
Ilustración 40 Resultados - Pregunta de evaluación #10	69

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Metodología Mixta.....	35
Tabla 2 Resultados Etapa 1: Análisis del Negocio	37
Tabla 3 Resultados Etapa 2: Diseño e Identificación de herramientas.	42
Tabla 4 Requerimientos Funcionales.....	48
Tabla 5 Resultados Etapa 3: Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería.	52
Tabla 6 Resultados Etapa 4: Evaluación e Implantación.	59
Tabla 7 Recomendaciones de Pruebas Unitarias.....	67
Tabla 8 Búsqueda de aplicaciones similares en distintos repositorios.	71

1. RESUMEN

El proyecto titulado DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE COMO APOYO AL ESTUDIO DE LA ENDODONCIA EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, se realizó con el objetivo de desarrollar una serie de objetos virtuales de aprendizaje (OVA's) que permitan apoyar la enseñanza de la endodoncia tanto en las aulas de clases como por fuera de sus aulas por medio de sus dispositivos móviles.

A través de este proyecto se le permite tanto a docentes como estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena contar con nuevas herramientas tecnológicas y didácticas con las que se busca hacer más ameno el proceso de aprendizaje, utilizando la realidad aumentada en dispositivos móviles.

Se utilizó un tipo de investigación aplicada, descriptiva y no experimental, y una metodología mixta conformada por la Ingeniería de Software basada en Componentes (ISBC) y AODDEI, con el fin de cumplir con los objetivos establecidos en el proyecto, los cuales condujeron al desarrollo de los OVA's. Dentro de esta línea se hizo un breve recorrido por la literatura en general, orientado a la problemática de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, para ello se tuvo en cuenta otros proyectos desarrollados para la facultad, así como los conceptos de los OVA'S, la realidad aumentada en dispositivos móviles, el concepto de Mobile Learning y la información especial para el tratamiento de conducto radicular conocido como Endodoncia, conceptos que ayudaron a culminar con éxito la investigación.

Como resultados más relevantes se pueden destacar el desarrollo de OVA's útiles para el proceso de aprendizaje, la integración en un aplicativo móvil con el uso de tecnología en realidad aumentada, el desarrollo de un instructivo o cartilla física que puede funcionar tanto como complemento ideal, como de manera independiente, y la escritura de un artículo científico sobre los antecedentes al proyecto.

Cabe destacar que el uso de las nuevas tecnologías como apoyo a la enseñanza puede mejorar la apropiación de las temáticas por parte de los estudiantes, ya que se presentan los contenidos de una manera más atractiva.

Palabras-Clave: OVA'S, Realidad Aumentada, Endodoncia y Aprendizaje Móvil.

1.1 ABSTRACT

The project entitled: DEVELOPMENT OF VIRTUAL LEARNING OBJECTS IN SUPPORT OF ENDODONTICS STUDY AT THE DENTAL SCHOOL OF UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, was performed with the aim of developing a series of learning objects (LO's), allowing support to endodontics teaching in the classrooms and out of them through student's mobile devices.

With this project teachers and students of the Dental Faculty from the Universidad de Cartagena, will have new technological and educational tools that seeks to make more pleasant the learning process, using augmented reality on mobile devices.

It was used a type of applied, descriptive and non-experimental research, and a mixed methodology consists of the component-based software engineering (CBSE) and AODDEI, in order to meet the objectives set out in the project, which led to the development of LO's. For this, was necessary to take a brief tour of literature in general, aimed to the problems of the Dental School at the Universidad de Cartagena, and for that, other projects developed for Dental Faculty were taken into account, as well as the concepts of LO 'S, augmented reality on mobile devices, the concept of mobile Learning and special information for root canal, known as endodontics, concepts that helped the successful completion of the investigation.

As most relevant results can be highlighted the development of LO's, useful to the learning process, the integration into a mobile application using augmented reality technology, the development of an instructional or physical primer that can function as an ideal complement and as independently; and writing one (1) scientific article about the background of the project.

Notably, the use of new technologies as teaching support can improve the ownership of the topics by students, because the content is presented in a more attractive way.

Key words: Learning Objects (LO), Augmented Reality, Endodontic and Mobile learning

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las universidades y en general toda institución educativa busca implementar diversas técnicas, estrategias y métodos que apoyen el aprendizaje de las diferentes ciencias, con el fin de hacer del aprendizaje un proceso dinámico gracias al uso de herramientas interactivas y materiales didácticos. (Bustos, 2005).

La Universidad de Cartagena, como institución reconocida y distinguida del Caribe colombiano, se ve en la necesidad de estar “Siempre a la altura de los tiempos” en lo que concierne a herramientas tecnológicas de enseñanza y aprendizaje, con el fin de asegurar la calidad de sus profesionales. Hace unos años la facultad de ingeniería, específicamente el programa de ingeniería de sistemas, ha buscado maneras de apoyar el aprendizaje de los programas académicos de su facultad y de otras facultades, a través del desarrollo de herramientas virtuales como los son los objetos virtuales de aprendizaje.

Hoy día, la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena posee materiales OVA's (Objetos Virtuales de Aprendizaje) para distintas áreas de estudio, gracias a las iniciativas desarrolladas por docentes y estudiantes en la línea de investigación de ingeniería computacional, por el semillero de investigación EDGES con el grupo de investigación GIMATICA del Programa de Ingeniería de Sistemas (Pomares Agamez & Betin Diaz, 2013)

Sin embargo la Facultad de Odontología no posee referentes a OVA'S que faciliten la apropiación del conocimiento para todas sus áreas, como es el caso de la endodoncia, por lo que en ocasiones se torna complicado la forma de explicar por parte de los docentes y de entender por parte de los estudiantes los conceptos y los temarios relacionados a esta área de estudio, como consecuencia de la complejidad para mostrar la anatomía de los órganos dentales, y la forma de realizar eficazmente el tratamiento de endodoncia.

Como respuesta a la situación planteada, surgió la propuesta de desarrollar OVA'S que recreen la anatomía de los órganos dentales para apoyar el estudio de la morfología y fisiología de la pulpa dental y el tratamiento de conducto radicular (Endodoncia), apoyados en la tecnología de realidad aumentada en dispositivos móviles la cual va acorde a las líneas de investigación aprobadas en el Programa de Ingeniería de sistemas de la Universidad de Cartagena.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy día las universidades buscan un reconocimiento nacional, abriéndose camino a la internacionalización. (Hojeadas al Mundo, 2012) En Colombia, cada día las universidades buscan mejorar el nivel académico y la calidad que ofrecen en cada uno de sus programas.

La Universidad de Cartagena, específicamente en la Facultad de Odontología es necesario adquirir herramientas tecnológicas que mejoren aún más la calidad del estudiantado (Tovar, Insignares, Bohorquez, & Velazques, 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, 2013), haciendo un énfasis en el área de la endodoncia. A causa de esto, surgen preguntas como: ¿De qué manera integrar tecnologías emergentes en los procesos de enseñanza y aprendizaje?, ¿Cómo aprovechar algunas tecnologías emergentes para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje del tratamiento de conductos radiculares (endodoncia)?

A lo anterior, se le suma la dificultad de obtener pacientes con problemas reales y en las condiciones adecuadas para el estudio y aprendizaje del área, por lo que es necesario una alternativa tecnológica en donde se pueda usar piezas dentales donde se mejore la apreciación obtenida, y no se pase por alto el nivel de detalle en la relación perspectiva-profundidad.

Por consecuente, y a falta de herramientas basadas en nuevas tecnologías los docentes de la institución han utilizado escritos, gráficos, ayudas didácticas visuales, auditivas y el uso de videos interactivos donde se contempla una cantidad de procedimientos en el tratamiento de la endodoncia. Pero la mayoría de estas herramientas no logran cumplir a cabalidad con el precepto de aprendizaje didáctico, lo que produce en ocasiones que los estudiantes no entiendan los conceptos que se presentan, ya sea porque la herramienta no es lo suficientemente clara o porque se necesita tiempo para poder apropiarse del conocimiento ofrecido, tiempo que no es suficiente dentro de los espacios académicos. Esta situación se podría mejorar permitiéndoles a los estudiantes tener algunas de estas ayudas en sus hogares, aumentando la posibilidad de invertir mayor tiempo en el estudio específico de la temática.

Por otra parte, el empleo de material bibliográfico como método principal de estudio, puede influir en el tiempo para el desarrollo de las bases que serán necesarias en la fase práctica, lo que originaría inconvenientes tanto a estudiantes como a docentes, ya que en ciertos casos se pueden presentar retrasos en el proceso de aprendizaje. Por lo que se plantea que por medio de un aprendizaje con observación directa, se tenga una representación gráfica de los procesos que se dan en el tratamiento de conductos radiculares, facilitando el camino al aprendizaje y el tiempo requerido para ello.

Como respuesta a la situación planteada, surgió la propuesta de desarrollar OVA'S que recreen la anatomía de los órganos dentales para apoyar el estudio de la morfología y fisiología de la pulpa dental y el tratamiento de conducto radicular (Endodoncia), apoyados en la tecnología de realidad aumentada en dispositivos móviles.

2.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo pueden las nuevas tecnologías apoyar el estudio de la endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena?

2.4 JUSTIFICACION

Recientemente las crecientes herramientas tecnológicas brindan ayudas en el proceso de aprendizaje de las diferentes ciencias de estudio. Sin embargo las inversiones necesarias para materiales de calidad pueden ser limitantes tanto a nivel institucional como personal (Cooperberg, 2002). Una gran alternativa en contra de elementos o cursos con aumentos proporcionales de costos, son los objetos de aprendizaje u OA'S, (Gibbons, 2002) de manera que permitan apoyar el aprendizaje de ciencias como la odontología, sin contar con limitantes económicos.

El desarrollo de los OVA'S (Objetos Virtuales de Aprendizaje) utilizando la tecnología de la realidad aumentada como apoyo al estudio de la endodoncia, otorga una ayuda a los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, permitiendo una apropiación del conocimiento de una mejor forma, a causa de que éstos objetos presentan una serie de contenidos, avalados por personal calificado en el tema. (Tovar, Insignares, Bohorquez, & Velazques, 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, 2013)

Los OVA'S facilitan la apreciación de las piezas dentales desde todos los ángulos posibles, dado que las piezas dentales reales, por su reducido tamaño, dificultan la observación de sus características respectivas. (Olmos, 2014) Los OVA'S desarrollados brindan flexibilidad curricular a los estudiantes, dado que se despliegan en dispositivos móviles, por lo cual ofrecen una característica importante como lo es la ubicuidad, permitiendo que el estudiante pueda prepararse por su cuenta de acuerdo a sus intereses, sin necesidad de encontrarse en el campus universitario.

La realización del proyecto permite posicionar a la institución por encima de otras que no posean materiales OVA'S, motivando además la implementación de herramienta tecnológicas completas en cuanto a funcionalidad y eficiencia, en el desarrollo de productos con realidad aumentada en dispositivos móviles. (Pomares Agamez & Betin Diaz, 2013). Gracias a que los investigadores de la presente propuesta están capacitados en cursos como Inteligencia Artificial, Simulación Digital, la realización de talleres en Modelado 3D y desarrollo de aplicaciones móviles, es viable el desarrollo planteado, al contar con habilidades y aptitudes forjadas en los procesos académicos, permitiendo así poder llevar a cabo los objetivos establecidos. A lo anterior se le suma la presencia de un tutor con experiencia en la temática tratada, y la utilización de software libre (como Blender) que favorecen la viabilidad desde el punto de vista económico y tecnológico.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 ESTADO DEL ARTE

3.1.1 Objetos virtuales de aprendizaje

La aparición de la modalidad de educación virtual fue la punta de lanza para la creación de los OVA'S. La necesidad de ofrecer a los estudiantes herramientas más eficientes que una simple distribución de material bibliográfico puso en vilo a las instituciones de la época. Además en muchos casos los estudiantes no se encontraban en el mismo lugar donde se encuentran las instituciones, por lo cual se encontraban con dificultad para ser evaluados en el aprendizaje de base la bibliografía estudiada, debido a esto se debía pensar en una herramienta que ofreciera flexibilidad curricular y se

adaptara a la modernidad del mundo (Astudillo, Sanz, & Willging, Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje).

A finales de la década de los 60's se comenzó a pensar más acerca de una forma de enseñar más futurista. "Las unidades curriculares se pueden hacer más pequeñas y combinarse de manera estandarizada como piezas de Meccano, en una gran variedad de programas particulares personalizadas para cada estudiante" (Gerard, 1969).

Esta idea fue retomada a mediados de los 90's cuando por primera se utilizó el término "objeto de aprendizaje" por Wayne Hodging, quien lo utilizó cuando trabajaba en el desarrollo de algunas estrategias de aprendizaje en casa, mientras uno de sus hijos jugaba con unas piezas de Lego (Jacobsen, 2002) En ese momento, se dio cuenta que tal vez era necesario para ese momento desarrollar piezas de aprendizaje fácilmente interoperables (Chiappe A.). De 1992 a 1996 fue un período de tiempo muy activo en el tema. Muchas organizaciones líderes en asuntos de tecnología como la IEEE¹, NIST², CEDMA³, IMS⁴, Ariadne⁵ y Oracle⁶ y posteriormente Cisco Systems⁷ en 1998 se dedicaron a realizar avances sobre algunos asuntos relevantes relacionados con los OA (Jacobsen, 2002) sobre todo relacionados con aspectos de tipo tecnológico procurando una refinación del tema en movilidad, interoperabilidad y automatización.

¹ Institute of Electrical and Electronics Engineers, asociación profesional que en la actualidad propende por el avance tecnológico. Url: <http://www.ieee.org/>

² National Institute of Standards and Technology, organismo estadounidense que se interesa por promover la innovación y competitividad industrial a través del avance en la ciencia de la medición, los estándares y la tecnología. url: <http://www.nist.gov/>

³ Computer Education Managers Association es una organización que forma ejecutivos y profesionales al interior de las empresas de tecnología. url: <http://www.cedma.org>

⁴ IMS Global Learning Consortium, es una "organización global sin ánimo de lucro que trabaja por el crecimiento y las industrias de tecnología educativa a través del apoyo colaborativo de estándares, buenas prácticas y el reconocimiento del impacto del aprendizaje superior". Url: <http://www.imsglobal.org/>

⁵ Es una asociación europea que persigue fomentar el compartir y reutilizar el conocimiento, mediante una red distribuida de repositorios de objetos de aprendizaje. Url: <http://www.ariadne-eu.org/>

⁶ Empresa multinacional dedicada al desarrollo de software. Url: <http://www.oracle.com>

⁷ Empresa dedicada al desarrollo de hardware, software y servicios utilizados para crear soluciones de redes e internet. Url: <http://www.cisco.com/>

Posteriormente, el período comprendido entre 1998 y 2003, se caracteriza por una explosión en definiciones y aproximaciones al concepto de objeto de aprendizaje, sin embargo todavía persistía una gran ambigüedad en la definición conceptual, lo cual hace que la búsqueda generalizada continúe. (Chiappe A.)

En los años siguientes el concepto de Objeto de Aprendizaje siguió evolucionando, pero esta vez asociado a los metadatos. Con la aparición de estándares de metadatos, y la creación de los primeros repositorios, los autores comenzaron a incluir, en nuevas definiciones de OA, el concepto de información sobre el propio Objeto (Astudillo & Sanz, Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje, 2011).

Existe un OVA llamado “DNA from the beginning” que permite la enseñanza del ADN ordenada y detalladamente. Cuenta con teoría, animaciones, gráficos y simulaciones acerca del mundo del ADN y cada uno de sus subtemas (Laboratory Harbor Cold Spring, 2000)

Los OVA’S también incursionaron en la música y la acústica, creando el sistema “Music Acoustics” en “University of New South Wales”, que 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 del oído de identificar notas musicales (Wolfe, 2004).

Wolfram Alpha presenta una forma fundamentalmente nueva de obtener conocimientos y respuestas, no mediante la búsqueda en la web, pero haciendo cálculos dinámicos basados en una vasta colección de datos integrado, algoritmos y métodos. (Wolfram Research, 2009)

Además a nivel mundial existen distintos bancos o depósitos de objetos virtuales que ayudan a la comunidad estudiantil a fortalecer los conocimiento, este es el caso de Nclor que tiene como objetivo proporcionar un lugar centralizado para la adquisición, recolección, distribución y gestión de los recursos de aprendizaje de calidad para todos los maestros de Carolina del Norte (North Carolina Community College System, 2006).

3.1.2 Realidad Aumentada

El concepto de realidad aumentada está relacionado precisamente con esta última característica, es decir, en cómo la tecnología puede ayudar a enriquecer nuestra percepción de la realidad. Para explicar de manera sencilla en qué consiste la realidad aumentada hay que hacer referencia a los sentidos humanos a través de los cuales se percibe el mundo alrededor de la persona. Nuestra realidad física es entendida a través de la vista, el oído, el olfato, el tacto y el gusto. La realidad aumentada viene a potenciar esos cinco sentidos con una nueva lente gracias a la cual la información del mundo real se complementa con la del digital (Fundacion Telefonica, 2011).

El termino Realidad Aumentada fue introducido por el investigador Tom Caudell en Boeing, en 1992. Caudell fue contratado para encontrar una alternativa a los tediosos tableros de configuración de cables que utilizan los trabajadores. Salió con la idea de anteojos especiales y tableros virtuales sobre tableros reales genéricos, es así que se le ocurrió que estaba “aumentando” la realidad del usuario. El término Realidad Aumentada fue dado al público en un *paper* en 1992 (Loup).

Aunque la realidad aumentada tiene ya algunos años, en sus inicios sólo era utilizada por expertos en el tema y por aquellas personas que tenían los equipos para su uso. En sus inicios, principalmente fue usada en el cine, cuando se observaban imágenes de animaciones junto con los personajes reales. Con la aparición de las nuevas tecnologías como las 3G y los nuevos dispositivos (Laptops, Smartphone, PDA, entre otros) que son capaces de soportar el procesamiento de imágenes en 3D, es cuando esta tecnología se comienza a introducir más en el mundo cotidiano (Bohorquez, Velazques, Tovar, & Insignares, 2013) , como ejemplo de esto se ven muchas aplicaciones de la realidad aumentada en distintas áreas de la ciencia, tales como:

- Arte.
- Antropología.
- Medicina.
- Educación.
- Odontología.
- Geográfica.
- Conducción de Autos.

A nivel educativo quizás, una de las aplicaciones más conocidas de la Realidad Aumentada en la educación sea el proyecto Magic Book del grupo activo HIT de Nueva Zelanda. (The Human Interface Technology Laboratory New Zeland (HIT lab NZ)). Se resalta a Mark Billingham de la Universidad de Washington, Hirokazu Kato de Hiroshima City University, Iván Poupyrev de Sony Computer Science Laboratories, que fueron los desarrolladores. Magic Book una aplicación que permite aumentar los gráficos de un libro físico, para su mejor apreciación y para causar una mayor atracción en los estudiantes. Dicho sistema consta de un display de mano, una estación de procesamiento de gráficos y el libro físico donde se encuentran los marcadores de referencia para el sistema (Billingham, Kato, & Pouoyrev, 2001).

Instituciones del prestigio como Massachusetts Institute of Technology (MIT) y Harvard están desarrollando en sus programas y grupos de Educación aplicaciones de Realidad Aumentada en formato de juegos; estos juegos buscan involucrar a los estudiantes de educación secundaria en situaciones que combinan experiencias del mundo real con información adicional que se les presenta en sus dispositivos móviles (Basogain, Olabe, Espinosa, Rouéche, & Olabe).

De igual forma se resaltara la implementación de un juego para niños, que permite la enseñanza de letras y palabras utilizando una serie de marcadores como referencia, el juego tiene además pruebas o test que miden el aprendizaje de los niños (Instituto Universitario de Automática e Informática Industrial & Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

3.1.3 Mobile Learning

Hay una necesidad de volver a conceptualizar el aprendizaje para la era móvil, para reconocer el papel esencial de la movilidad y la comunicación en el proceso de aprendizaje, así como para indicar la importancia del contexto en el que se establece el significado y el efecto transformador de las redes digitales en apoyar a las comunidades virtuales que trascienden las barreras de la edad y la cultura (Sharples, Taylor, & Vavoula, 2005).

El concepto de Mobile Learning no es nuevo en el terreno educativo. El término lleva años siendo utilizado en los planes de formación con cierta aspiración a introducir innovaciones tecnológicas. Sin embargo, como advierten Herrington (2009), la mayor parte de los proyectos se han centrado en un modelo instruccional de transmisión de información, donde el profesor produce contenidos y los hace

accesibles a los alumnos para su consumo a través del dispositivo. Esto ha llevado a que los principales usos de este tipo de herramientas se hayan limitado a la consulta de datos, la organización administrativa y a la interacción guiada a través de la respuesta a cuestionarios. En este sentido, cabe decir que este tipo de aplicaciones no suponen en sí mismas un desarrollo del potencial pedagógico de estas tecnologías, sino que las enmarcan en los modelos unidireccionales de la educación tradicional (Izarra, 2010).

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 Objetos virtuales de aprendizaje.

Un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA, por sus siglas) es un medidor pedagógico que ha sido diseñado intencionalmente para un propósito de aprendizaje y que sirve a los actores de las diversas modalidades educativas, estos deben diseñarse a partir de criterios como atemporalidad, didáctica, usabilidad, interacción y accesibilidad (Roldán & Ángel, 2009). Otras definiciones de OVA incluyen criterios o atributos tales como reusabilidad, interoperabilidad, durabilidad (comparable con atemporalidad en la anterior definición) y accesibilidad (WBTIC, 2009).

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje u Objetos de Aprendizaje, son herramientas educativas que utilizan las TIC con el fin de lograr contenidos amigables y sustanciosos para las personas que hacen uso de ellos. Estos carecen de un concepto unificado debido a que “no existe un consenso en la definición de objetos de aprendizaje. La idea básica permite una amplia variedad de interpretaciones” (Downes, 2001).

Un objeto de aprendizaje puede consistir en una pregunta más o menos compleja o en una respuesta de tono similar, en una imagen o simulación; unos ejercicios, cuestionarios o diagramas pueden igualmente constituir un objeto de aprendizaje, así como una diapositiva o un conjunto de ellas; una tabla, experimentos, juegos o animaciones; una secuencia de video o de audio, unas frases o párrafos de un texto, parte de una lección: unas aplicaciones informáticas –Flash, PowerPoint, Java, Applets; unos estudios de casos, direcciones URLs, entre otras. Es decir, los objetos pueden adquirir formas muy diversas y presentarse en diferentes formatos y soportes. (García Aretio, 2005)

A nivel nacional encontramos algunos criterios para evaluación de un OVA:

- **Atemporalidad:** Criterio establecido para que no se pierda la vigencia en el tiempo y en los contextos utilizados.
- **Didáctica:** Criterio que prepara al objeto tácitamente para responder a qué, para qué, con qué y quién aprende.
- **Usabilidad:** Criterio que facilita el uso intuitivo del usuario interesado.
- **Interacción:** Criterio que busca motivar al usuario a promulgar inquietudes y retornar respuestas o experiencias sustantivas de aprendizaje.
- **Accesibilidad:** Garantizada para el usuario interesado según los intereses que le asisten.

Cabe aclarar que los criterios pueden variar según la perspectiva de diferentes autores. (College of Computing and GVVU Center at Georgia Tech, 1997)

El elemento fundamental en la elaboración del OA es el metadato, estos permiten acceder en forma directa al contenido de los objetos de aprendizaje, además indican los elementos necesarios para que los usuarios determinen la pertinencia de los objetos digitales (Verbert, 2003). Dichos elementos se pueden tomar como una analogía de las fichas usadas en las bibliotecas que especifican autores, editorial, entre otra información del libro, con el fin de ubicar los elementos con la mayor brevedad posible. (Tovar, Insignares, Bohorquez, & Velasquez, 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, 2013)

Para la elaboración de metadatos se han creado e implementado una serie de estándares, que mejoran, establecen políticas y sugerencias para su uso pero no hay uno general por el cual regirse para la elaboración de estos, entre ellos se encuentran los siguientes:

- LOM (Learning Objects Metadata)

Es un estándar multi-parte creado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), para la creación de metadatos de Objetos de Aprendizaje, específica un esquema conceptual de datos, que define la estructura de una instancia de metadatos para un objeto de aprendizaje. Para el presente estándar, la instancia de metadatos describe las características relevantes del objeto de aprendizaje al que se aplica (IEEE, 2002).

- CanCore

El objetivo inaugural de la iniciativa de aprendizaje sobre los recursos de metadatos CanCore fue la creación de recomendaciones para la implementación de los campos de la especificación IMS (Instructional Management Systems), además de hacer cumplir el estándar IEEE LOM y agregar aportes de expertos y ejecutores de todo el mundo. Este estándar tuvo su origen en Canadá, se ha desarrollado y estructurado teniendo en cuenta las categorías del LOM (CEN WS-LT, 2003).

- SCORM (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 (ADL, 2011).

3.2.2 Realidad Aumentada.

La realidad aumentada es una tecnología que mezcla la realidad con lo virtual, esto suena a realidad virtual pero en realidad no lo es, la diferencia es que la realidad virtual se aísla de lo real y es netamente virtual. (UNDO Audiovisuales, 2010)

Entonces se puede definir la realidad aumentada como el entorno real mezclado con lo virtual la realidad aumentada puede ser usada en varios dispositivos desde computadores hasta dispositivos móviles, HTC android e iPhone los dispositivos que ya están implementando esta tecnología. (MaestrosdelWeb, 2009)

Los componentes que se encuentran en aplicativos de realidad aumentada son:

- Monitor del computador: instrumento donde se verá reflejado la suma de lo real y lo virtual que conforman la realidad aumentada.
- Cámara Web: dispositivo que toma la información del mundo real y la transmite al software de realidad aumentada.
- Software: programa que toma los datos reales y los transforma en realidad aumentada.
- Marcadores: los marcadores básicamente son hojas de papel con símbolos que el software interpreta y de acuerdo a un marcador específico realiza una respuesta específica (mostrar una imagen 3D, hacerle cambios de movimiento al objeto 3D que ya este creado con un marcador)

Como se puede evidenciar, la realidad aumentada no es una tecnología que requiera ser un experto, de hecho con algunos conocimientos de programación y de diseño se pueden hacer grandes cosas. (MaestrosdelWeb, 2009)

3.2.3 Mobile Learning.

Con el paso del tiempo, la educación soportada en la tecnología ha experimentado una serie de cambios como consecuencia de los avances tecnológicos llevados a cabo. Con el advenimiento de Internet, surge un nuevo concepto relacionado con las telecomunicaciones como lo son la tele-educación, el aprendizaje basado en la web y como punto final un esquema que formalizó los anteriores llamado E-Learning, el cual hace uso de herramientas multimedia, internet y tecnologías de la web con el fin de soportar el proceso enseñanza-aprendizaje (Tovar, Insignares, Bohorquez, & Velasquez, 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, 2013).

El concepto de E-Learning ha cambiado a través de los avances de la tecnología móvil y el entorno en el que se ubica. Según (Sharples, Taylor, & Vavoula, 2007) el aprendizaje móvil es un paradigma emergente en un estado de intenso desarrollo impulsado por la confluencia de tres corrientes tecnológicas, poder de cómputo, ambiente de comunicación y el desarrollo de interfaces de usuario inteligente.

Por su parte (MoLeNET) describe que el aprendizaje móvil puede ser ampliamente definido como “la explotación de tecnologías ubicuas de mano, junto con las redes de teléfonos inalámbricos y móviles, para facilitar, apoyar, mejorar y ampliar el alcance de la enseñanza y el aprendizaje”.

3.2.4 Endodoncia.

"Endo" es la palabra griega para referirse a "adentro" y "Odont" significa "diente". El tratamiento endodóntico, esta entonces relacionado con el trato al interior del diente. La Endodoncia comprende todos aquellos procedimientos dirigidos a mantener la salud de la pulpa dental. Lo que se conoce como pulpa dental, son los tejidos conjuntivos constituido por células y aferencias nerviosas y vasculares, que ocupa parte de la corona y la raíz o raíces del diente (Dr Nucera, 2013).

La cámara pulpar es la porción de la cavidad pulpar que se encuentra dentro de la corona mientras que la parte que ocupa la raíz se llama conducto radicular. La cavidad pulpar está ocupada por la pulpa dentaria. Este paquete vasculo-nervioso entra y sale por el extremo de la raíz (ápice radicular) por un orificio muy pequeño (foramen apical). (Ortollano Dent, 2010)

La cámara pulpar es siempre una cavidad única y varía de forma, de acuerdo al contorno externo de la corona. El tamaño de la cavidad pulpar está determinado fundamentalmente por la edad del paciente. Los dientes de los niños tienen las cavidades pulpares más grandes. Con la edad, y las agresiones que sufren los dientes, la cavidad pulpar se va atrofiando. (Saludalia, 2001) Una vez que la pulpa muerta se enferma o es dañada, se extrae; el espacio que queda se limpia, se vuelve a dar forma y se rellena. Este procedimiento sella el conducto radicular. Años atrás, los dientes con pulpas dañadas o enfermas se extraían. En la actualidad, el tratamiento de conducto salva dientes que de otro modo se hubieran perdido. (Clinica Dental del Pacifico, 2010)

Para realizar tratamientos endodónticos es imprescindible conocer la anatomía tanto de la cámara pulpar como de los conductos radiculares. Las causas más comunes de daños o muerte de la pulpa son:

- Dientes fracturados o con Caries profundas
- Lesiones, como golpes severos en la raíz (recientes o pasados)

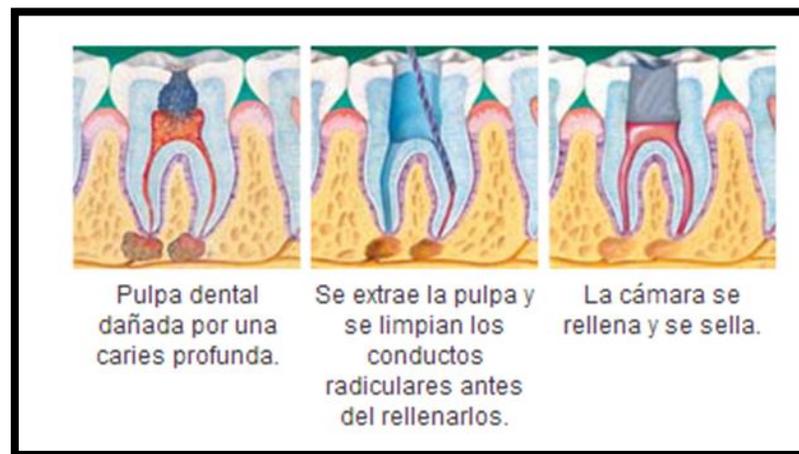


Ilustración 1 Tratamiento de Conducto Radicular

Una vez que la pulpa está infectada o muerta; si no se trata, se crea un depósito de pus en la punta de la raíz y se forma un absceso por infección. Un absceso puede destruir el hueso circundante al diente y provocar dolor. (Colgate, 2014)

Se procede a estudiar preguntas que ayudan a entender el marco del tratamiento del conducto radicular.

A. ¿Cómo se realiza un tratamiento de conducto radicular?

El tratamiento consiste en varios pasos que se realizarán durante visitas sucesivas al dentista (Normalmente 3), según cada situación. Los pasos son los siguientes:

- a) Primero, se hace una apertura por la corona del diente. (Apertura Cameral)
- b) Se remueve la pulpa. Se limpia el canal o los canales radiculares y se les da una forma que se pueda rellenar. (Preparación del Conducto Radicular)
- c) Se puede introducir medicamentos en la cámara pulpar y en los canales radiculares para ayudar a eliminar gérmenes y prevenir la infección.
- d) Se rellena la cámara pulpar y el canal o los canales radiculares y se sellan. (Obturación)
- e) En el último paso, se coloca una corona de oro o de porcelana sobre el diente. Si el endodoncista ha hecho el tratamiento, él o ella recomendará que regrese a su dentista de familia para este último paso.
- f) Entonces se restaura la corona del diente.

Un diente restaurado por Endodoncia debe tener un cuidado especial, lo aconsejable es masticar o morder del lado contrario hasta que su odontólogo se lo haya restaurado. El diente que no restaurado es susceptible a una fractura. Deberá entonces tener una buena higiene oral que incluye: cepillarse, pasarse el hilo dental y hacerse chequeos y limpiezas de rutina (DentalNet.La, 2013).

B. ¿Cuánto dura el diente así restaurado?

El o los dientes tratados y restaurados de este modo pueden durar toda la vida si se les cuida correctamente. Los dientes tratados pueden sufrir caries, en consecuencia, es esencial adoptar buenos hábitos de higiene bucal y acudir a exámenes odontológicos regulares para evitar problemas futuros. Como estos dientes tratados ya no tienen la pulpa que los mantenía vivos, se vuelven quebradizos y son más propensos a la fractura. Esto es importante para decidir colocar una corona en lugar de obturar el diente después del tratamiento de los conductos. (Dr Nucera, 2013)

Para determinar el éxito o fracaso del tratamiento radicular, el método más confiable es comparar las nuevas radiografías con las tomadas antes del tratamiento. Esta comparación establecerá si la pérdida de hueso continúa o si el hueso se está regenerando. (Colgate, 2014).

C. ¿Qué es la Histología y Fisiología?

Es la disciplina que estudia la organización microscópica de los seres vivos y la manera de interrelacionarse estructural y funcionalmente sus componentes individuales. Etimológicamente se define a la Histología como la disciplina que se ocupa del estudio de los tejidos. En el siglo XVII aparecieron los primeros microscopios y se fueron acumulando datos a lo largo de los dos siguientes siglos, pero la HISTOLOGÍA alcanzó el rango de rama autónoma de la ciencia en el s. XIX al formularse la TEORÍA CELULAR (Schleiden, Schwann) que considera a las células como organismos potencialmente independientes y a los seres vivos como agregados de estas unidades vivas, distribuidas y ordenadas de acuerdo a leyes fijas. (Introducción a la Histología)

La fisiología es la ciencia que estudia a los seres vivos, específicamente el funcionamiento de éstos. Se estudia la función de los tejidos, órganos y sistemas de órganos de los animales pluricelulares. Por encima de todo, la fisiología una ciencia integradora. (Fisiología Animal, 2013)

D. ¿Cuáles son las generalidades de la Histofisiología?

Ten Cate (1986) refiere, que la pulpa dental es el tejido conectivo blando que mantiene a la dentina. En ella se pueden distinguir cuatro zonas diferentes: la zona odontoblástica, la zona subodontoblástica u oligocelular de Weil, la zona rica en células y la zona central de la pulpa o tejido pulpar propiamente dicho. Las células principales de la pulpa son: los odontoblastos, fibroblastos, células mesenquimatosas indiferenciadas y los macrófagos, las cuales serán descritas a continuación. (Navarro, 2006)

- **Odontoblastos:** es una célula secretora altamente polarizada responsable de la formación de dentina, tiene una alta energía productiva y enzimática; se originan a partir de la Cresta neural del embrión, tiene dos polos: nuclear y secretor. (Figueroa & Gil, 2013)
- **Fibroblastos:** son las células más abundantes de la pulpa dentaria. Estas células producen las fibras de colágena de la pulpa y dado que además degradan el colágeno, también son responsables del recambio del colágeno. (Rivas)
- **Células Dendríticas.** Son elementos accesorios del sistema inmune. Las células dendríticas se hallan especialmente en los tejidos linfoides, pero también están ampliamente distribuidas por los tejidos conectivo, entre ellos el de la pulpa. (Trowbridge H, 2002)
- **Macrófagos.** Son monocitos que han abandonado el torrente sanguíneo, entran en los tejidos y se diferencian en varias subpoblaciones, una de esta subpoblación son los macrófagos, los cuales desempeñan funciones activas de endocitosis y fagocitosis, Debido a su movilidad y actividad fagocítica, estos elementos celulares son capaces de actuar como reservorios, que eliminan hematíes extravasados, células muertas y sustancias extrañas presentes en los tejidos, todo el material ingerido por los macrófagos es destruido por la acción de enzimas lisosomales. (Pashley & Walton, 1996)
- **Fibra de Colageno:** Las células del diente elaboran fibras de colágena. Las fibras no se forman en el interior de las células sino sobre la superficie o en el exterior de la misma. Estas fibras se fijan en la sustancia fundamental y se convierten en parte de las matrices de tejidos duros dentales. Las fibras colágenas son las más comunes en el cuerpo; dan al tejido consistencia y resistencia a la tracción. (Rivas)

E. ¿Cómo se realiza un Tratamiento de Conducto Radicular?

La cámara pulpar es siempre una cavidad única y varía de forma, de acuerdo al contorno externo de la corona. Es dentro de la cámara pulpar donde se realiza el tratamiento de conducto radicular.

El proceso gira entorno a la apertura de la cámara, la preparación, la obturación y el sellado del conducto. En general hay 2 técnicas utilizadas para el tratamiento de conducto, y se aplican de acuerdo a la condición del paciente.

F. ¿Cuáles son las Técnicas para la Preparación de Conductos Radiculares?

La preparación mecánica del conducto radicular, es una de las etapas más importantes del proceso endodóntico. Es durante la preparación mecánica que con el uso de los instrumentos endodónticos y ayudados por productos químicos, donde será posible limpiar, conformar y desinfectar el conducto radicular y tomar así las condiciones viables para que este pueda obturarse. (Rivas)

La preparación del conducto radicular es un procedimiento dinámico. Por razones didácticas y para facilitar el aprendizaje, aquí se la presenta en diferentes etapas. La sumatoria de conocimientos adquiridos en cada una de estas ha de permitir realizar en la clínica una preparación correcta, con una secuencia natural, dentro de principios biológicos. (Preparación del conducto radicular: limpieza y conformación, 2013)

Etapas de la preparación del conducto radicular:

- Apertura Cameral
- Odontometría (medición del diente)
- Limpieza
- Conformación

Una vez realizadas la exploración, la odontometría y la limpieza, y ya seleccionados, calibrados y dispuestos en forma ordenada los instrumentos puede iniciarse la conformación. Las técnicas que son empleadas de rutina y que han demostrado ser simples, prácticas y eficientes son las siguientes (Rivas Muñoz, 2015):

1. Técnica convencional o tradicional.
2. Técnica escalonada o invertida
3. Técnica corona-ápice sin presión

En el presente proyecto se trata la técnica tradicional o convencional y la técnica escalonada o invertida, a continuación se explica mejor cada una de ellas.

G. ¿Cómo opera la Técnica Convencional?

Existen varias técnicas Ápico Coronal, una de ellas muy usada es la Técnica Estándar o llamada también convencional, tradicional o seriada, la cual consiste en la utilización de las limas con calibres cada vez mayores que van trabajando todos a la misma longitud de trabajo. Esta indicado su uso en conductos rectos y amplios (González Hernández, 2012).

Esta técnica se comienza con la trepanación de la pieza y una vez que se observa en la cámara pulpar con buena visión velando por tener un buen acceso, se comienza a instrumentar hasta extraer toda la pulpa. Luego se toma la conductometría. En seguida se instrumenta las limas buscando no deformar el contorno radicular. Se instrumenta a longitud de trabajo, que es 1 mm menos que la longitud real de la pieza, aumentando en orden creciente sin saltarse números, una vez que esto sucede se debe instrumentar con 2 números más. Ósea, si el último instrumento es el n° 30, se debe seguir hasta el n° 40. Siempre a longitud de trabajo y sin dejar de irrigar ni aspirar. (Fuentes N & Corsini M, 2006) Una vez terminada la preparación apical se procede a los procesos de retroceso y recapitulación.

H. ¿Cómo opera la Técnica invertida o escalonada?

Esta técnica es la clásica utilizada para el tratamiento de conductos curvos, que ofrece menores riesgos de accidentes, en los que se puede fracturar la lima en el interior del canal radicular. Es una técnica que se basa en la reducción gradual y progresiva de la longitud en los milímetros de la lima, a medida que los instrumentos aumentan de calibre. Este retroceso permite dar la forma de conicidad al canal radicular, teniendo como resultado un menor diámetro en el tercio del ápice y el mayor en el tercio coronario (Bazan Camacho, 2014).

En (Valls Meyer-thor Strante & Lozano Alcañiz) El Dr. Schilder (1974) describe una serie de principios que hay que tener presentes y tratar de seguir en todos los casos para intentar lograr el éxito del tratamiento.

Los pasos más importantes en esta técnica de preparación son:

- a) Obtención de una cavidad de acceso adecuada.
- b) Eliminación del tejido pulpar.

c) Determinación de la longitud de trabajo:

En la radiografía preoperatoria se estima la longitud de trabajo y se coloca el tope de goma en el primer instrumento que se va a usar 1 mm corto respecto a esta estimación. Con esta primera lima (del nº 10 por lo general) pre-curvada, se intenta determinar la posición del foramen apical táctilmente. Una vez se llega a donde está el foramen, se toma la radiografía de la Conductometría. Si la lima está en a 1 mm del ápice radiográfico esa será la longitud de trabajo.

d) Preparación del área apical

Se utilizan movimientos cortos de pulsión-tracción con las limas. La irrigación entre cada instrumento es muy importante para evitar el empaquetamiento de restos dentinarios a nivel apical. Una vez alcanzado el tamaño de lima apical maestro deseado, se debe comprobar radiológicamente la longitud de trabajo.

e) Preparación del tercio medio y recapitulaciones.

Para la preparación del tercio medio del conducto se utilizan básicamente los ensanchadores de forma secuencial. Se realizan el número de recapitulaciones necesarias de manera que los instrumentos de mayor tamaño vayan bajando progresivamente dentro del conducto, consiguiendo un ensanchamiento suficiente que aumente la eficacia de la solución irrigadora a nivel apical, y facilite la posterior obturación tridimensional del sistema de conductos.

f) Preparación del tercio coronal.

Una vez alcanzado el ensanchamiento deseado a nivel del tercio medio y apical gracias a estas recapitulaciones, es el momento de utilizar las fresas de Gates-Glidden en el tercio coronal para ensancharlo y unificarlo con la cavidad de acceso. Terminada la preparación y tras comprobar la permeabilidad del foramen, se realiza una radiografía con la lima apical maestra definitiva a la longitud de trabajo. Si no es necesaria ninguna modificación, el conducto está listo para ser obturado.

I. ¿Qué es la Obturación?

Una de las principales metas de la terapia endodóntica, es la obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, esto significa que el diente debe pasar a un estado lo más inerte posible para el organismo, impidiendo la reinfección y el crecimiento de los microorganismos que hayan quedado en el conducto, así como la creación de un ambiente biológicamente adecuado y tenga lugar la cicatrización de los tejidos. Se han desarrollado muchos materiales y técnicas para conformar la obturación de los conductos radiculares, el objetivo es la obliteración total del espacio radicular. Históricamente se habla de la utilización el oro, oxiclورو de zinc, parafina, amalgamas, plumas, puntas de plata, pastas a base de óxido de zinc y eugenol, pastas yodo formadas, con diversos grados de éxito y satisfacción. Sin embargo, el material de elección es la gutapercha ya que ha demostrado propiedades físicas y químicas aceptables así como toxicidad e irritabilidad mínima.

Dado que son numerosas las técnicas que han sido descritas desde los comienzos de la endodoncia hasta la fecha (Ortega Nuñez, Luis Botia, Ruiz de Temiño Malo, & de la Macorra Garcia, 1987). La técnica que se utiliza en el presente proyecto es llamada Técnica de Condensación Lateral.

Esta técnica consiste en aplicar una base de sellador en el conducto y una punta de gutapercha principal, medida y adaptada, que a su vez se condensa lateralmente con un espaciador ahusado, para dar cabida a puntas accesorias adicionales. El espaciador se selecciona de acuerdo con el tamaño, curvatura y longitud del conducto y debe llegar a 1mm de la longitud de trabajo para garantizar la calidad de la obturación (Allison, Weber, & Walton, 1979).

Procedimiento según (Almenar Garcia, 2014)

- Preparación del material.

Una vez valorado el caso, se dispondrá el material necesario para la técnica elegida en la mesa auxiliar.

- Preparación del paciente.

La obturación radicular se efectuará cuando la conformación biomecánica esté finalizada y los conductos puedan ser secados.

- Ejecución.

1. Seleccionar la punta principal de gutapercha de 2% de conicidad según las pruebas de la gutapercha (táctil y métrica) e introducirla en el conducto junto con el cemento.

2. Espaciar con el espaciador digital de calibre adecuado según las características del conducto, con el tope de goma a 1mm de la longitud de trabajo, retirar e introducir en el espacio una punta de gutapercha. Comprobar radiográficamente el posicionamiento de la obturación. Si no fuera correcto quitar las puntas y corregir el defecto.
3. Introducir de nuevo el espaciador digital para crear espacio, retirar y emplazar una nueva punta de gutapercha accesoria. Se puede usar una punta de gutapercha de un calibre inferior al del espaciador (ejemplo si es un (A) poner gutapercha del 15, si es un (B) del 20).
4. Repetir el paso 3 las veces necesarias eliminando los extremos coronales con el instrumento caliente ya que muchos conos en la embocadura del conducto da la falsa idea de que el conducto está lleno y lo que ocurre es que la conicidad de gutapercha esta dificultado el paso del espaciador.
6. Cuando el espaciador solo alcanza el tercio medio, se concluye cortando los extremos con instrumento caliente adaptando la gutapercha a la entrada del conducto siempre por debajo del límite amelodentinario.
7. Poner la obturación provisional (algodón y IRM, Cavit... etc) o definitiva limpiando previamente la cámara de restos de cemento y de gutapercha con alcohol.
8. Realizar la radiografía final.

3.3 ANTECEDENTES

3.3.1 Objetos Virtuales de aprendizaje en Colombia

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 OVA´S para fortalecer el repositorio que hay en el país. Además de esto colocarlos a disposición a nivel nacional e internacional con el fin de posicionar el país como figura importante en el campo de los OVA´S (Ministerio de Educación Nacional Colombiano, 2006).

Como continuación al primer proyecto el Ministerio de Educación Nacional busca seguir fortaleciendo su banco de OVA'S, esta vez solicitando a las Instituciones de Educación Superior la provisión de esta clase de material que posean en sus 10 Corporaciones, los cuales en su 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 Colombiano, 2007).

Como se ve en los párrafos anteriores, a nivel nacional el desarrollo de OVA'S ha comenzado a dar sus primeros pasos con la construcción de repositorios o bancos de OVA'S, actualmente la Universidad de Antioquia cuenta con un banco de OVA'S en el cual se puede consultar o publicar OVA'S para distintas áreas del conocimiento con la intención de apoyar a profesores, diseñadores instruccionales, estudiantes, grupos de investigación, equipos de producción y en general, cualquier persona o institución, interesados en la selección y utilización de Objetos de Aprendizaje para elaborar o reestructurar materiales educativos, dirigidos a procesos de formación y actividades de autoestudio. Mediante este espacio la Universidad de Antioquia quiere compartir con la sociedad y con el mundo una producción intelectual que resalte el conocimiento como el legado por excelencia para la humanidad (Universidad de Antioquia).

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 las 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) las cuales a su vez se dividen en sub-etapas que buscan suplir cada una de las necesidades del OVA (Patiño Lemos, Peláez, & &, *Objetos de Aprendizaje: Prácticas y Perspectivas educativas*, 2009).

En los últimos años en la Universidad de Cartagena se han desarrollado algunos OVA'S como proyectos de investigación con la dirección del docente Luis Carlos Tovar Garrido⁸ con el fin de ayudar a la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena.

⁸ Ing. Luis Carlos Tovar Garrido (Msc), Docente, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena.

3.3.2 Realidad Aumentada En La Educación Nacional

A nivel nacional se han desarrollado distintas aplicaciones con el fin de apoyar la educación, existen proyectos que proponen una herramienta complementaria para prácticas de física mecánica relacionadas con rozamiento, tiro parabólico y conservación de la energía utilizando RA, donde esta ofrece una alternativa a los problemas de tiempo en laboratorio y disponibilidad de horarios, ya que la herramienta y los experimentos pueden ser ejecutados sin necesidad de contar con equipo especializado de laboratorio que requiere de un ambiente controlado y supervisado por un laboratorista (Prada Dominguez & Uribe Quevedo).

En el ámbito local en la ciudad de Cartagena se desarrolló un sistema de apoyo al aprendizaje de la química molecular llamado Molecul-Ar, el cual presenta una serie de modelos 3D representativo de varios tipos de moléculas que varían dependiendo de los marcadores usados para la realidad aumentada. Esta herramienta demostró que para los estudiantes este tipo de ayudas si les permite lograr un aprendizaje significativo, utilizando tecnologías emergentes en la educación (Carrasquilla Estremor, Pinilla Saad, & Tovar Garrido, 2011)

Finalmente, en el ambiente local, en el área de la salud oral, estudiantes del programa de ingeniería de sistema la Universidad de Cartagena como proyecto de investigación realizaron APPTOOTH, una aplicación de realidad aumentada que muestra la estructura de los órganos dentales utilizando una serie modelos 3D concernientes a cada uno de los dientes que varían dependiendo de los marcadores para realidad aumentada (Bohorquez, Velazques, Tovar, & Insignares, 2013).

3.3.3 Mobile Learning

Internacionalmente The Classroom 2000 project del Instituto de tecnología de la Universidad Georgia desarrolló una tecnología educativa móvil que permite a los estudiantes leer las diapositivas del profesor directamente sobre sus PDA's (personal digital assistance u ordenador de bolsillo) en tiempo real (Colombia Aprende, 2014).

Eduinnova este proyecto nació en la Pontificia Universidad Católica de Chile, surge para transferir el trabajo de investigación y desarrollo al ámbito educativo mediante el uso de tecnologías móviles en el aula. Actualmente es incorporado en el ámbito educativo de varios países de Sudamérica, como Chile, Brasil, Argentina (Izarra, 2010)

Y a nivel nacional en la universidad de San Buenaventura, los ingenieros Luis Gabriel Jiménez Caballero, Cristian Alejandro Cortés Angulo, Luis Alejandro Martín Siachica y Carlos Andrés Lozano Garzón desarrollaron un prototipo funcional de m-learning para los cursos virtuales (Jiménez C., Cortés, Martin S., & Lozano G., 2007).

4 OBJETIVOS Y ALCANCE

4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar objetos virtuales de aprendizaje como apoyo al estudio de la Endodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, utilizando la digitalización de modelos de piezas dentales en 3D y realidad aumentada en dispositivos móviles.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer un inventario de los temas, subtemas y objetos de estudio en el área de Endodoncia.
- Desarrollar un banco de modelos 3D, animación y audio con base en el inventario de temas, subtemas en el área de la Endodoncia.
- Desarrollar objetos virtuales de aprendizaje, mediante la integración de los modelos 3D, audio, texto, video y realidad aumentada de la anatomía interna pulpar, la instrumentación y obturación de canales radiculares.
- Realizar y documentar las pruebas funcionales de los objetos virtuales de aprendizaje implementados además de los resultados esperados.

4.3 ALCANCE

El presente proyecto de investigación, está limitado desde el punto de vista espacial y conceptual al desarrollo de una aplicación móvil con soporte en realidad aumentada, que permita a través de objetos virtuales de aprendizaje, apoyar el estudio de la Endodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena.

Desde el punto de vista temporal, el periodo en que se desarrolla el presente proyecto de investigación gira alrededor de 28 semanas (7 meses).

El producto final a entregar será el aplicativo móvil desarrollado, que abarque los temas respectivos al área de estudio (Endodoncia), en los que se incluye los siguientes temas:

- **Histofisiología Pulpar**
 - Conformación de la Pulpa.
 - Células del Tejido Pulpar.
- **Tratamiento de Conductos Radiculares**
 - Apertura Cameral
 - Preparación del Conducto Radicular.
 - Obturación del Conducto Radicular.

Como producto complementario se entrega un instructivo físico en el cual se incluyen los temas de aprendizaje en 2 capítulos. Cada capítulo posee sus respectivos marcadores que darán paso a la funcionalidad del aplicativo móvil.

Finalmente los entregables se completan con un artículo científico que abarca los antecedentes al presente proyecto y como ayudaron a la formulación de éste.

5 METODOLOGIA

En el presente apartado se describe la forma cómo se realizó la investigación que permite el desarrollo de los OVA'S (Objetos Virtuales de Aprendizaje) como apoyo al estudio de la Endodoncia, con el fin de resolver el problema planteado y lograr la consecución de los objetivos propuestos.

En la búsqueda de cumplir con el objetivo, desarrollar objetos virtuales de aprendizaje como apoyo al estudio de la Endodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, utilizando la digitalización de modelos de piezas dentales en 3D y realidad aumentada en dispositivos móviles, se utilizó la metodología Mixta (Tovar, Bohorquez, & Plinio, 2014), la cual es una mezcla de las metodologías AODDEI y la ingeniería de software basada en componentes (ISBC).

En la metodología Mixta, de AODDEI se utilizaron 5 fases, de la primera fueron útiles todos los pasos 1,2 y 3 (Análisis, obtención y digitalización del material), debido a que fue necesario establecer las bases de los OVA'S y los contenidos que se presentarían en este.

De la fase 2 se usó el paso 4 (Armado de la estructura del OVA), en el cual se establece la manera como son diseñados los OVA'S. De la fase 3, solo fue útil el paso 5 (Armado), en el cual se ensamblaron todos los componentes de los OVA'S obtenidos en las fases anteriores. Los pasos 6 y 7(Empaquetar y almacenar el OVA en un repositorio temporal) de la fase 3 son utilizados para empaquetar y almacenar OVA'S orientados a software de escritorio y páginas web, lo cual se aleja del objetivo de esta investigación por lo cual se omiten. En la fase 4, solo se usó el paso 8 (Evaluar el OVA) lo cual permitió examinar la pertinencia de los OVA'S. El paso 9 (Almacenar el OA en un repositorio de OVA'S evaluados) plantea almacenar los OVA'S en un repositorio de OVA'S evaluados, el cual se omite con el fin de hacer una sola publicación final en la fase 5 llamada implantación.

De la ingeniería de software basada en componentes (ISBC), se utilizaron las 5 fases, las cuales son comunicación con el cliente, planificación, análisis de riesgos, Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería y evaluación del cliente.

Estas metodologías permitieron construir OVA'S utilizando nuevas tecnologías emergentes. En la siguiente tabla 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.

(Tovar, Bohorquez, & Plinio, 2014)

AODDEI	ISBC	MIXTA	O. E.	
Fases:	Pasos:	-Comunicación con el cliente.	-Análisis del negocio.	1 y 2
1: Análisis y obtención.	1: Análisis. 2: Obtención del material.			
2: Diseño.	4: Armado de la estructura del OVA.	-Planificación. -Análisis de riesgos.	-Diseño e Identificación de herramientas.	2 y 3
3: Desarrollo.	Paso 5: Armado.	-Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería.	-Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería.	3
4: Evaluación. 5: Implantación.	8: Evaluación del OVA. 10: Integrar el OVA a un sistema de gestión de aprendizaje.	-Evaluación del cliente.	-Evaluación e implantación.	4

Tabla 1 Metodología Mixta (Tovar, Bohorquez, & Plinio, 2014)

Teniendo en cuenta el uso de la metodología mixta es importante destacar que el proyecto está enmarcado en un tipo de investigación aplicada, debido a que busca la implementación de estudios investigativos realizados con anterioridad, los cuales poseen una serie de características específicas inmersas en el contexto del problema. En este caso, se buscó realizar objetos virtuales de aprendizaje en dispositivos móviles con realidad aumentada como apoyo al estudio del tratamiento de conductos radiculares (Endodoncia). Lo anterior delimitado en espacio y tiempo, a la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena (Colombia) en el transcurso de 8 meses. Cabe resaltar que la investigación usa un diseño no experimental, al no poseer control directo sobre las variables independientes y observar los hechos tal y como son en su contexto natural, para posteriormente ser analizados.

En el desarrollo de OVA'S como apoyo al estudio de la Endodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, fueron necesarias una serie de entrevistas y reuniones con los encargados del área (para este caso la odontóloga especialista en Endodoncia, la Dra Stella Pupo Marrugo) para poder tener a disposición toda la documentación, explicaciones y guía concerniente a

la temática de la Endodoncia, información con la que se pudo identificar la competencia a desarrollar, los datos generales de los OVA'S y el listado de temas y subtemas a trabajar con respecto a la enseñanza de la temática (objetivo específico No. 1).

Es importante para el análisis del negocio (Paso 1 de la metodología) determinar los instrumentos de recolección de información, los cuales se llenaban semanalmente en formatos de asesorías que permitieron la recolección información por parte de la experta, así como el uso de documentos soporte (entrevistas) para el contacto directo con los usuarios finales del aplicativo a desarrollar (30 estudiantes como muestreo) y los tutores que guiaran el aprendizaje (4 docentes del área).

Una vez obtenida la información se organiza un listado de temas y subtemas en los cuales se enmarca el desarrollo de la investigación del proyecto para su aplicación en los diferentes objetos virtuales de aprendizaje. Con dicha información se procedió al desarrollo de un banco de modelos 3D, animación, imágenes, textos y audios, que permitan el al apoyo al aprendizaje de la endodoncia, específicamente la histología y fisiología dental, así como los procesos de preparación y obturación del conducto radicular (objetivo específico No. 2). Para la realización de dicho banco de información y con base en el diseño e identificación de herramientas (Paso 2 de la metodología) se usaron herramientas tales como:

- Blender para el modelado 3D y animación.
- Adobe Photoshop para el diseño de imágenes.
- Recursos humanos para el desarrollo de textos y grabación de audios.

Al completar el banco de modelos se procede a la revisión del contenido multimedia, para concretar con la creación de objetos virtuales de aprendizaje con soporte a realidad aumentada en dispositivos móviles (objetivo específico No. 3). La creación de estos objetos fue posible gracias a la integración de los componentes de ingeniería y los materiales multimedia a través del uso de Unity3D con Vuforia para la aplicación de realidad aumentada. Terminando de esta manera la construcción y adaptación de los componentes de ingeniería (Paso 3 de la metodología)

Finalmente se realizaron las pruebas funcionales de los OVA'S desarrollados, que permiten la evaluación e implantación (Paso 4 de la metodología), primero colocándolos a disposición de personal calificado en la enseñanza de la temática, con lo cual se buscó corregir fallos en la manera de presentar los contenidos, para finalmente hacer pruebas con los estudiantes quienes son directamente los usuarios finales del aplicativo (objetivo específico No. 4).

6 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con el fin de cumplir los objetivos específicos del proyecto de investigación, y de acuerdo a la metodología escogida, se obtuvieron los siguientes resultados.

Metodología MIXTA Etapa #1: Análisis del Negocio	<u>Objetivo:</u> Establecer un inventario de los temas, subtemas y objetos de estudio en el área de Endodoncia.	
Técnicas usadas para alcanzar el objetivo	Comunicación Con el Experto	Con el fin de obtener un inventario de temas, subtemas y objetos de estudio, se procedió a la comunicación con el experto en el tema (la Dra. Stella Pupo Marrugo). Quien gracias a su experiencia pudo brindar un enfoque conciso a la investigación, facilitando los puntos más importantes que debe considerar el proyecto.
	Instrumentos para recaudar datos	La comunicación con los potenciales clientes se llevó a cabo mediante instrumentos de entrevista que brindan las principales inquietudes e intereses de los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena

Tabla 2 Resultados Etapa 1: Análisis del Negocio

Para identificar resultados de los instrumentos de entrevistas, se hizo un análisis cuantitativo de los datos obtenidos en las entrevistas a los estudiantes y profesores. Para lo cual se agruparon las respuestas de manera que pueda abarcar las necesidades del público objetivo.

Para determinar qué temas consideraban los estudiantes que eran necesarios ser reforzados con el aplicativo se agruparon las respuestas de la siguiente manera:

- Reforzar conocimientos en Terminología: Cada estudiante cuya respuesta estaba encaminada al reforzamiento de las bases o las definiciones en términos constituía un punto para esta clasificación.
- Reforzar conocimientos en Morfología: Determinaba si un estudiante buscaba hacer reforzos en la constitución o forma interna del diente o de la pulpa dental.
- Reforzar conocimientos en Anatomía: Muy relacionada con los que se inclinaban a un ámbito morfológico; quienes buscan reforzar en anatomía buscaban aclarar conceptos en estructuras.
- Patologías: Aquellos que consideraban es necesario hacer más énfasis en las enfermedades.
- Técnicas: Todos los que buscaban tener un esclarecimiento entre las diferentes técnicas a emplear en un tratamiento de conducto, sea para apertura, preparación u obturación.

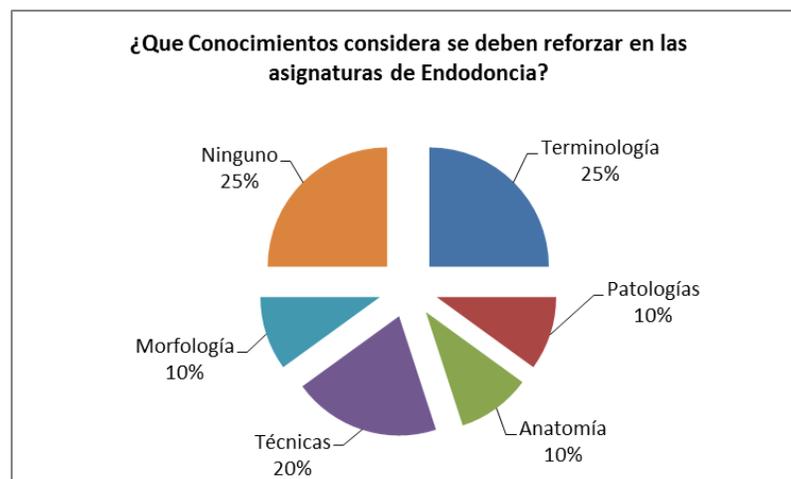


Ilustración 2 Análisis del muestreo. (Estudiantes)

Si se realiza un análisis de los resultados teniendo en cuenta que la población entrevistada estuvo conformada por un grupo de 30 estudiantes de Odontología seleccionados aleatoriamente en las instalaciones de la universidad, se puede observar que un alto porcentaje (75%) considera que es necesario reforzar un tema, en contraposición a un 25% que está conforme con la educación recibida.

Dentro de este 75% sobresale notablemente un 25% cuya posición dicta que para poder entender mejor la temática, desde un inicio se debió explicar más detalladamente el glosario de términos que sería usada dentro de los procedimientos del tratamiento. Por su parte un 20% considera que debe hacerse más énfasis en los casos en los que se determina qué tipo de técnica usar para solventar el problema del conducto, sumado a otro 20% compartido en partes iguales por aquellos estudiantes que asumen la posición hipotética en la que si se esclarece más la información morfológica y anatómica, el estudiantado podrá entender mucho más rápido los efectos que ocurren en este tipo de tratamiento; finalmente se encuentra un 10% que busca reforzar su conocimiento en las distintas patologías que pueden afectar los conductos radiculares y como tratarlas.

De la misma manera se buscó con una muestra diferente conformada 4 por docentes del área, analizar como presentan su programa académico y si están de acuerdo o no en implementar una nueva estrategia que permitiese un aprendizaje didáctico y diferente. Un aprendizaje como el ofrecido por los objetos virtuales de aprendizaje con aplicación de realidad aumentada. Los resultados afirman que todos los docentes estarían en la disposición de implementar nuevas estrategias o mecánicas para apoyar el proceso de aprendizaje, tomando como anotación puntual que 2 de los 4 docentes entrevistados, conocen y han trabajado con otros proyectos informáticos desarrollados para la Facultad de Odontología.

De los 4 docentes, 3 consideran importante el uso de material didáctico mientras que 1 docente, aunque no está en desacuerdo con el uso de este tipo de material, considera más importante la práctica y aplicación en las clínicas en un espacio dentro de la realidad.

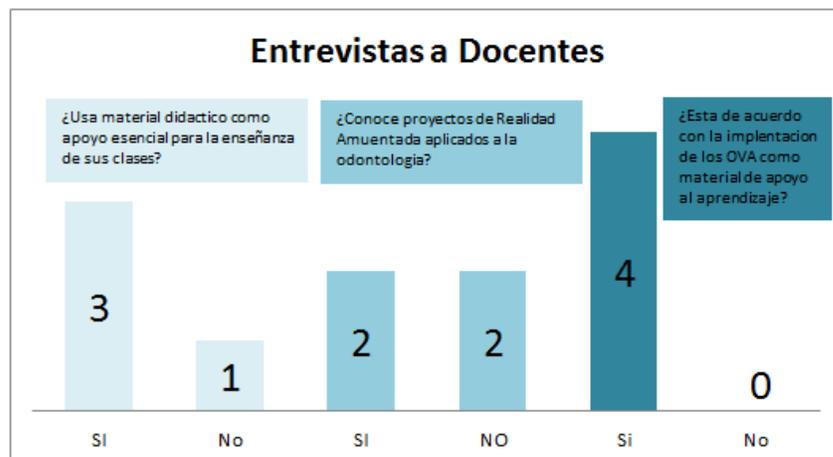


Ilustración 3 Análisis del muestreo. (Docentes)

Finalmente la comunicación con la experta del área en conjunto al análisis de los resultados permitió determinar los temas y subtemas en los que se basó la realización de los objetos virtuales de aprendizaje. Por consiguiente se listan los temas y subtemas identificados:

- Histofisiología Pulpar
 - Zonas de la Pulpa
 - Células.
 - Odontoblastos.
 - Fibroblastos.
 - Células Dendríticas.
 - Histiocito / Macrófagos.
 - Fibras
 - Sustancia Fundamental
- Tratamiento de Conducto Radicular
 - Instrumentos y herramientas de uso.
 - Apertura Cameral.
 - Preparación del conducto radicular.
 - Técnica Convencional.
 - Técnica Invertida.
 - Obturación del conducto radicular.

Los primeros objetos virtuales de aprendizaje identificados para el desarrollo son los que abarcan la temática de la Histofisiología pulpar, buscando mostrar la estructura del diente en sus diferentes zonas celulares de tal forma que el usuario pueda ver y entender la composición de la pulpa, apoyado por el complemento físico o cartilla instructiva que se encargará de desarrollar los temas que no entren dentro de los objetos virtuales principales. Se define la realización de 2 objetos que sirvan como introducción a la temática, para continuar con 4 objetos para las células más características dentro del conducto radicular.

En las siguientes imágenes se evidencia la composición de la pulpa de los tejidos celulares en sus diferentes zonas: Zona o capa Ondontoblastica, Zona acelular (oligocelular) de weil, Zona rica en células y la zona central de la pulpa.

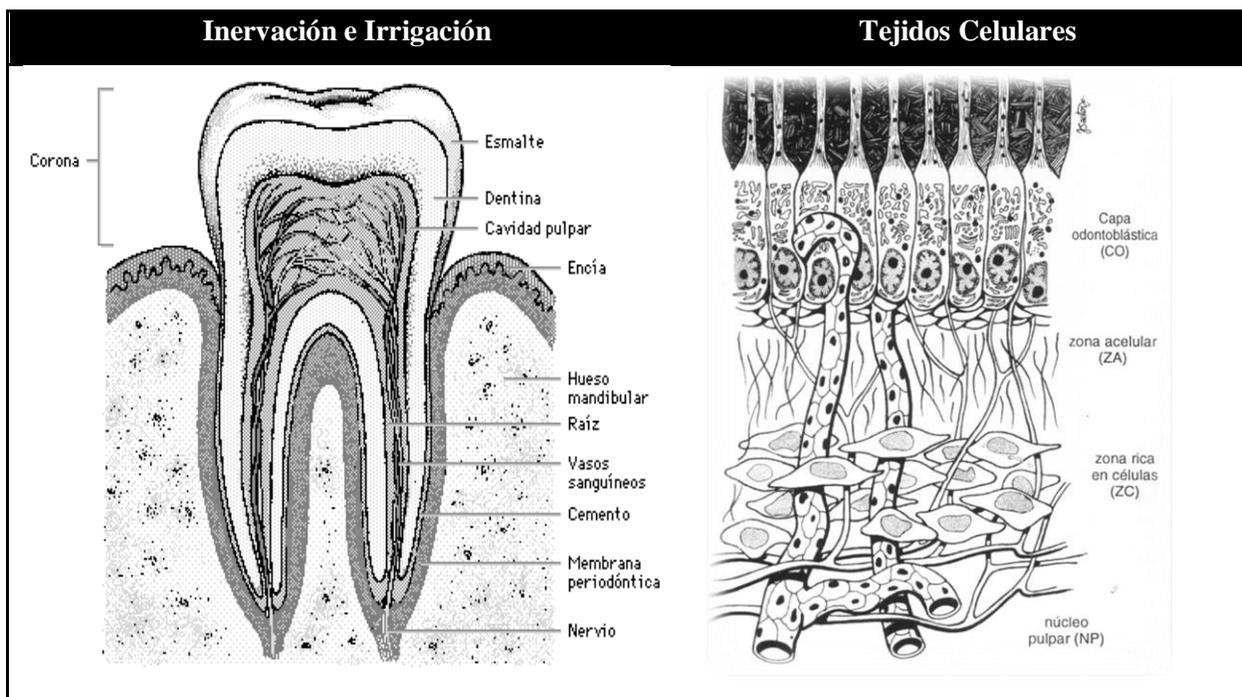


Ilustración 4 Pulpa y Zonas Celulares (Figueroa & Gil, 2013)

Los siguientes objetos identificados para el desarrollo corresponden a las animaciones de los procesos de apertura cameral, preparación y obturación de los conductos radiculares, así como la instrumentación necesaria para poder realizar el tratamiento. En la siguiente ilustración se puede observar el foco central de los procesos de preparación y obturación de los conductos radiculares.

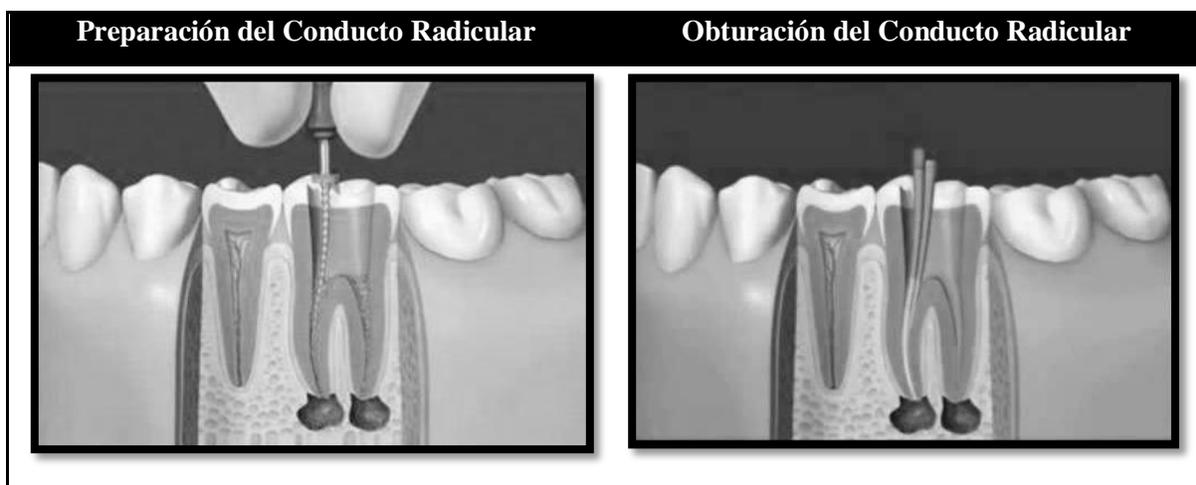


Ilustración 5 Preparación y Obturación (DENTISTAPERU)

Con el inventario de temas y subtemas definido, se pudo proceder a la siguiente etapa del proyecto.

<p>Metodología MIXTA</p> <p>Etapa #2:</p> <p>Diseño e Identificación de herramientas.</p>	<p><u>Objetivo:</u> Desarrollar un banco de modelos 3D, animación y audio con base en el inventario de temas, subtemas, en el área de la Endodoncia.</p>	
<p>Técnicas usadas para alcanzar el objetivo</p>	<p>Identificación de Herramientas</p>	<p>Con el fin de obtener banco de modelos 3D, animación y audio, con base en el inventario de temas y subtemas en el área de la endodoncia, y gracias al desarrollo de antiguos proyectos de investigación en el área, se identificaron las siguientes herramientas para el desarrollo: Blender para el diseño de los modelos 3D. Unity para las animaciones y el soporte de realidad aumentada. El audio será grabado por micrófono e incorporado a Unity.</p>
	<p>Diseño y Animación de Modelos 3D</p>	<p>Para el modelado 3D de los componentes requeridos para los OVAS, se optó por tomar como referencias imágenes especulativas de los componentes de la histología y fisiología pulpar. Se extrajeron además de proyectos anteriores, el modelado del diente, la pulpa y la inervación e irrigación, y se sumó al desarrollo de animaciones que permitan visualizar el tratamiento endodóntico.</p>

Tabla 3 Resultados Etapa 2: Diseño e Identificación de herramientas.

Gracias a las técnicas empleadas, se pudo diseñar modelos 3D que conformasen un banco de modelos que satisfagan el cumplimiento de nuestro objetivo. Para ello primeramente se recurrió a una investigación acerca de la forma y representación de cada uno de los modelos y se recurrieron a imágenes base o clips de video para el modelado 3D de los objetos de aprendizaje, Este modelado fue gracias al software libre: BLENDER

Para esclarecer mejor el procedimiento y el uso de imágenes base para la formación de modelos de la histología y fisiología pulpar, veamos la transformación de Odontoblastos y Macrófagos.

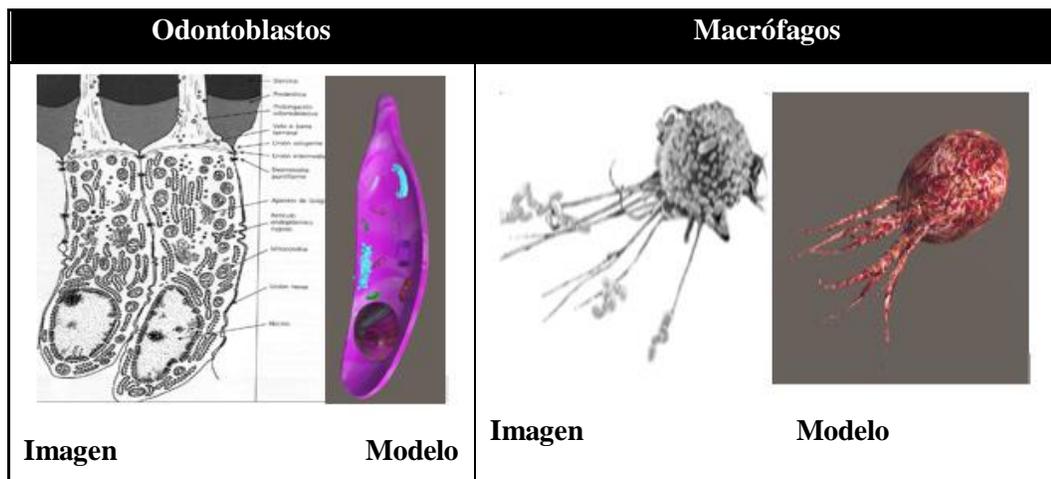


Ilustración 6 Esquemas de los modelos 3D

De la misma manera se realizó con los 2 modelos de células en el diente (Células dendríticas y Fibroblastos), se tomó además el modelo de diente incisivo y de la pulpa dental desarrollados previamente para la facultad, y se construyó entonces 4 modelos 3D y se reutilizaron 2 modelos previamente diseñados para un total de 6 modelos inicialmente.

Con el propósito de preparar el terreno para la integración de realidad aumentada en el siguiente objetivo, se procedió a la creación de marcadores que sirvan para la funcionalidad del aplicativo. Teniendo en cuenta que se buscó apoyar el estudio de la endodoncia con una guía en físico que constituya dos capítulos más las evaluaciones, cada marcador incluido en los capítulos constituye un objeto virtual de aprendizaje. De esta forma se identificó el primer capítulo como Histofisiología Pulpar, y dentro de este capítulo se encuentra la explicación de las zonas celulares, con los marcadores referentes a cada célula mencionada, de manera que los objetos desarrollados en Blender puedan ser mostrados con realidad aumentada en el aplicativo. Veamos por ejemplo los marcadores para los modelos: Odontoblastos y Células dendríticas.

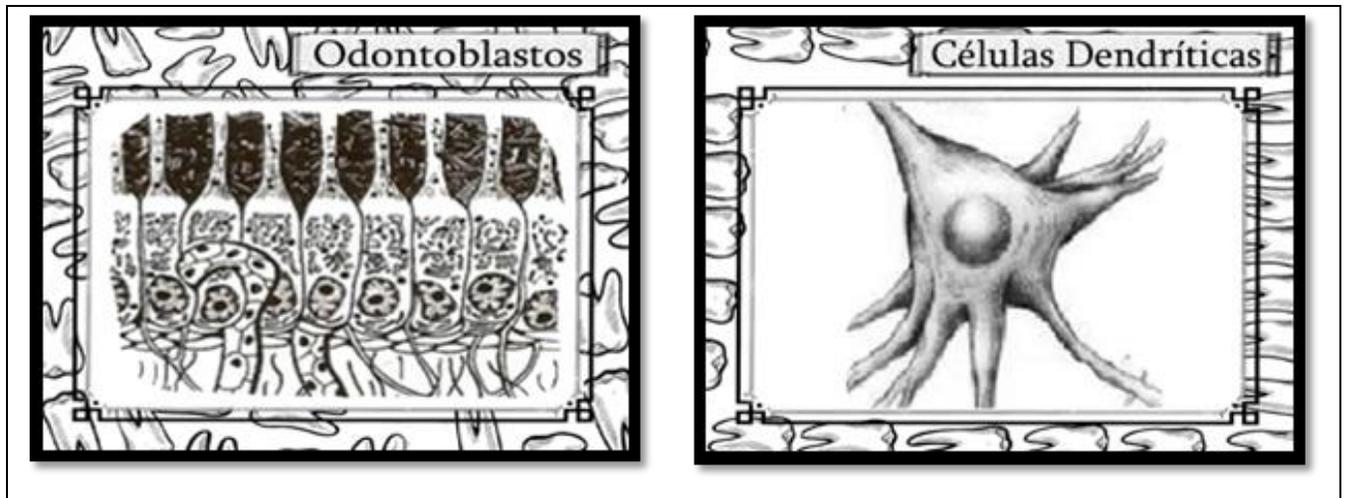


Ilustración 7 Marcadores (Markets)

Debido a lo anterior, se puede organizar el producto final de manera que se pueda explicar primeramente lo que está incluido dentro de un conducto radicular, para luego proseguir con los objetos para la preparación y obturación del conducto radicular (Endodoncia).

Son precisamente en los modelos para el desarrollo del tratamiento donde los modelos dejan de ser netamente estáticos y se transforman en animaciones. Las animaciones fueron diseñadas igualmente en Blender a través de las herramientas de animación que incluye el entorno de trabajo, y se determinó los procesos de la endodoncia de la siguiente manera:

- Revisión de la Instrumentación. (Modelo Estático)
- Apertura de la cavidad radicular o Apertura Cameral. (Animación 1)
- Preparación del conducto radicular. (Animación 2)
- Obturación del conducto radicular. (Animación 3)

Cabe destacar que la información para poder proceder a las animaciones estuvieron brindadas por la experta en la temática y se expuso a criterios de evaluación la interpretación dada por los desarrolladores con el producto final de la animación. Esto con el objetivo de mejorar y brindar información útil que sirva de apoyo al estudio de la endodoncia.

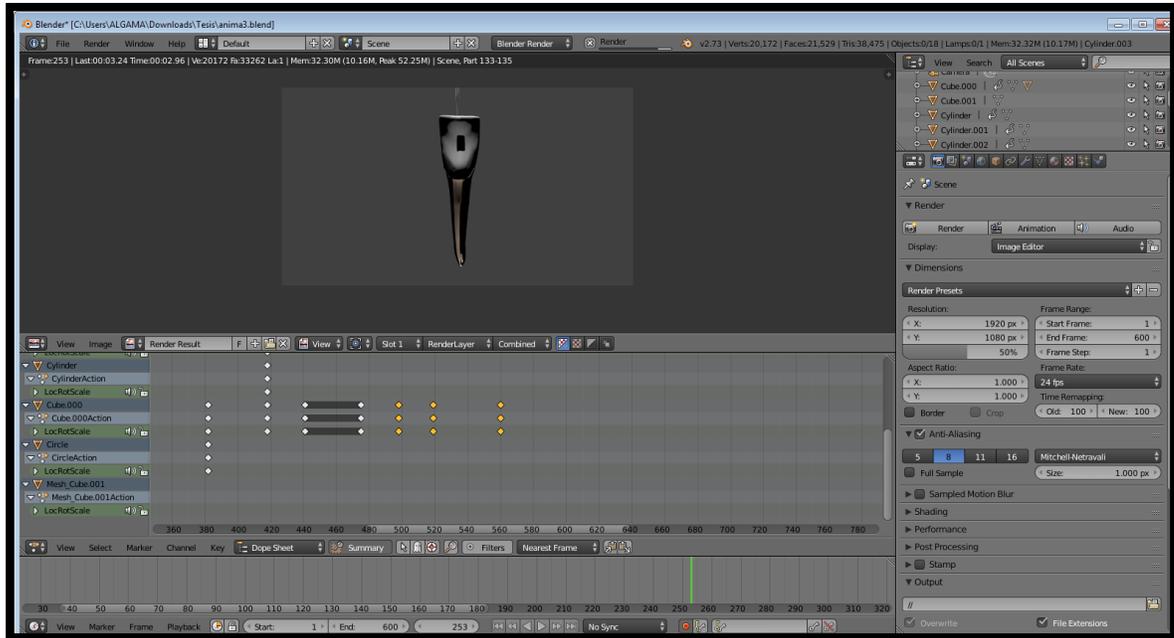


Ilustración 8 Animando con Blender

De igual manera que para los objetos estáticos que comprenden el primer capítulo denominado Histofisiología Pulpar, para las animaciones y modelos del segundo capítulo denominado tratamiento de conducto radicular, se necesitó de marcadores que sirvan al momento de añadir la funcionalidad de realidad aumentada en la construcción de los componentes de ingeniería.

Por ello gracias a la herramienta Adobe Photoshop, se procedió la realización de los marcadores para el segundo capítulo, que contengan un diseño armonioso respecto a los primeros. Ejemplo de ello se evidencia en la ilustración 9.

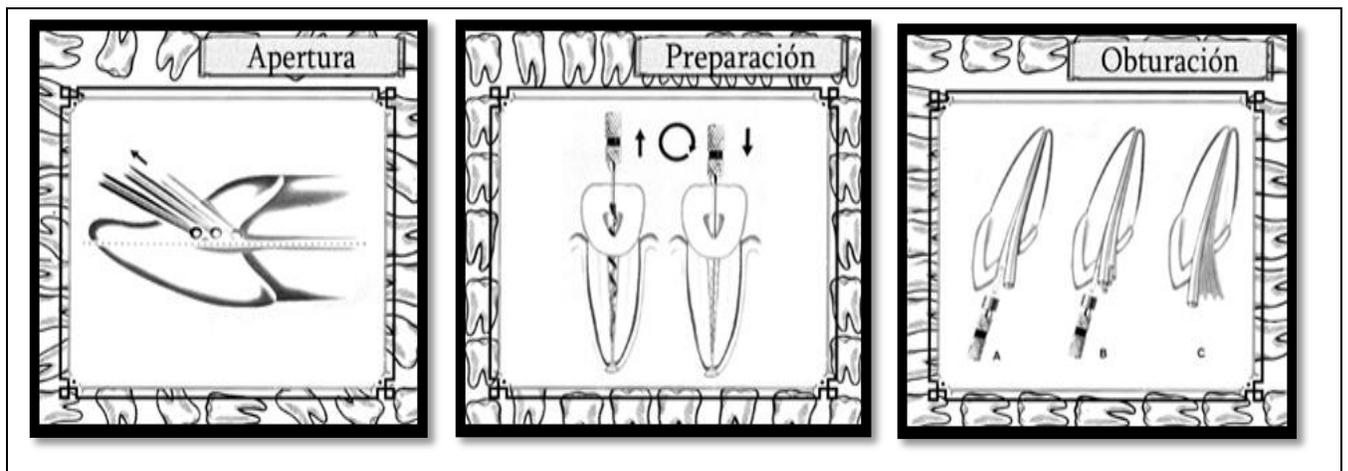


Ilustración 9 Marcadores

A estos 3 modelos se les suma el modelo estático de los instrumentos lo que constituye 5 modelos para el segundo capítulo. En total el aplicativo cuenta con 11 objetos virtuales de aprendizaje más la aplicación de evaluaciones que permitan la valoración del aprendizaje.

Hasta aquí, el desarrollo estaba enfocado a la creación de un banco de modelos y animaciones que satisfagan la temática identificada en nuestro primer objetivo. Los objetos virtuales de aprendizaje divididos en 2 capítulos corresponden a:

- Capítulo 1: Histofisiología Pulpar.
 - ✓ Diente Incisivo.
 - ✓ Pulpa Dental.
 - ✓ Odontoblastos.
 - ✓ Fibroblastos.
 - ✓ Macrófagos.
 - ✓ Células Dendríticas.
- Capítulo 2: Tratamiento de Conducto.
 - ✓ Instrumentos.
 - ✓ Apertura.
 - ✓ Preparación (Convencional).
 - ✓ Preparación (Invertida)
 - ✓ Obturación.
- Evaluaciones.

El paso a seguir para el cumplimiento del objetivo fue el desarrollo de audios que puedan luego ser integrados en la construcción y adaptación de los componentes de ingeniería, de manera que se estimule un sentido adicional y permita distintas formas de aprendizaje, siendo los audios el tercer método de aprendizaje si se cuenta con los modelos estáticos y las animaciones como parte de la apreciación visual.

En fase de pruebas se recurrió al modulador de voz de Google para que por medio de un texto, el asistente de voz de Google generara los audios del contenido necesitado.

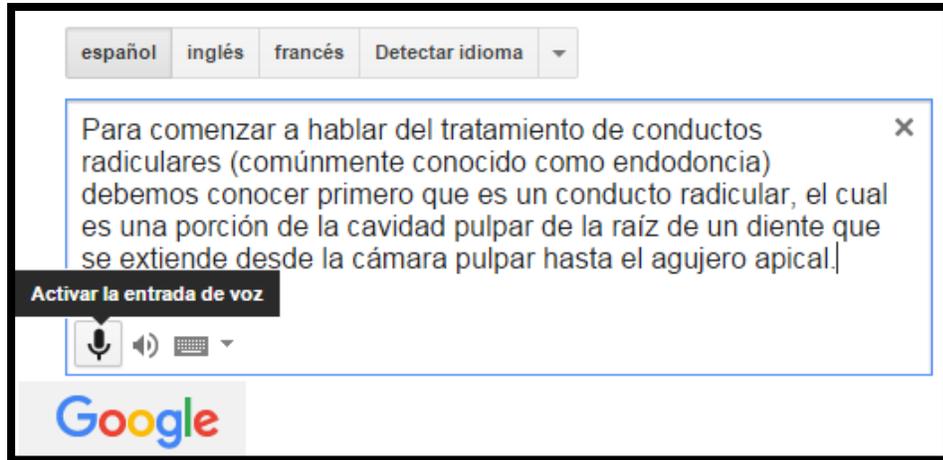


Ilustración 10 Google Voice

Paralelamente se avanzó con el desarrollo del contenido de la cartilla física que pretenderá estimular un aprendizaje guiado por contenido escrito, es de importancia recalcar que la información fue verificada por personal experto en el tema y con fuentes bibliográficas de calidad.

Cabe destacar que el contenido de los audios fue el producto de la investigación realizada, sumada a las correcciones de la experta de modo que concordara los audios con el contenido del instructivo físico, sin necesariamente repetir el mismo contenido.

De igual manera se requirió de una persona que grabase los audios para la cuarta etapa de la metodología, de tal forma que sustituya a los audios de la modulación de voz de google, permitiendo una grabación con fluidez y correcta pronunciación, el encargado de la grabación fue Pablo Andrés Peñaranda Jaramillo.

Con miras al desarrollo del aplicativo en esta etapa también fueron diseñadas las imágenes necesarias para ocupar los espacios de fondo, diseño de pantallas, icono del aplicativo, botones, logo e imágenes, esto gracias al uso de Adobe Photoshop.

Es importante en esta etapa de la metodología, además del diseño de modelos y material multimedia, la identificación de requerimientos y el diseño del aplicativo final a entregar, los requerimientos identificados se pueden evidenciar en la tabla 4.

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES		
Identificación	Nombre	Descripción
RQ1	Detectar marcador.	Permite identificar (símbolos impresos en papel) o imágenes, en los que se superpone algún tipo de información (texto, objetos 3D, audio,...).
RQ2	Mostrar modelo 3D.	Muestra en pantalla la representación de un modelo 3D de las células que componen la pulpa dental y las animaciones del tratamiento de conducto radiculares.
RQ3	Reproducir y detener audio.	Permite reproducir un audio de la información asociada al modelo concerniente al material pedagógico diseñado.
RQ4	Realizar evaluación por modulo.	Permite realizar un test de preguntas relacionado con los módulos estudiados en el aplicativo.
RQ5	Revisar resultados de la evaluación.	Permite visualizar los resultados de la evaluación Realizada

Tabla 4 Requerimientos Funcionales

De la misma manera se establecen los escenarios o casos de uso.

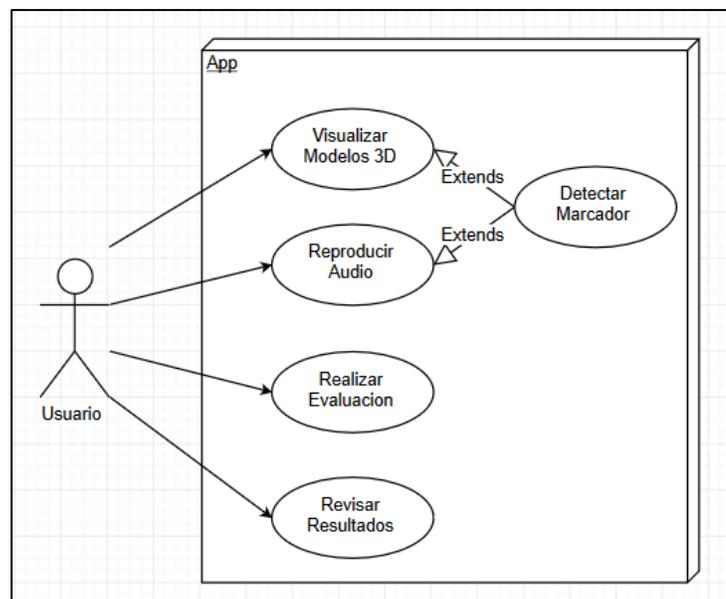


Ilustración 11 Casos de uso.

Igualmente se construye el diagrama de componentes, teniendo en cuenta que el presente proyecto está basado en la metodología mixta, que a su vez está basada en el ISBC o ingeniería de software basada en componentes.

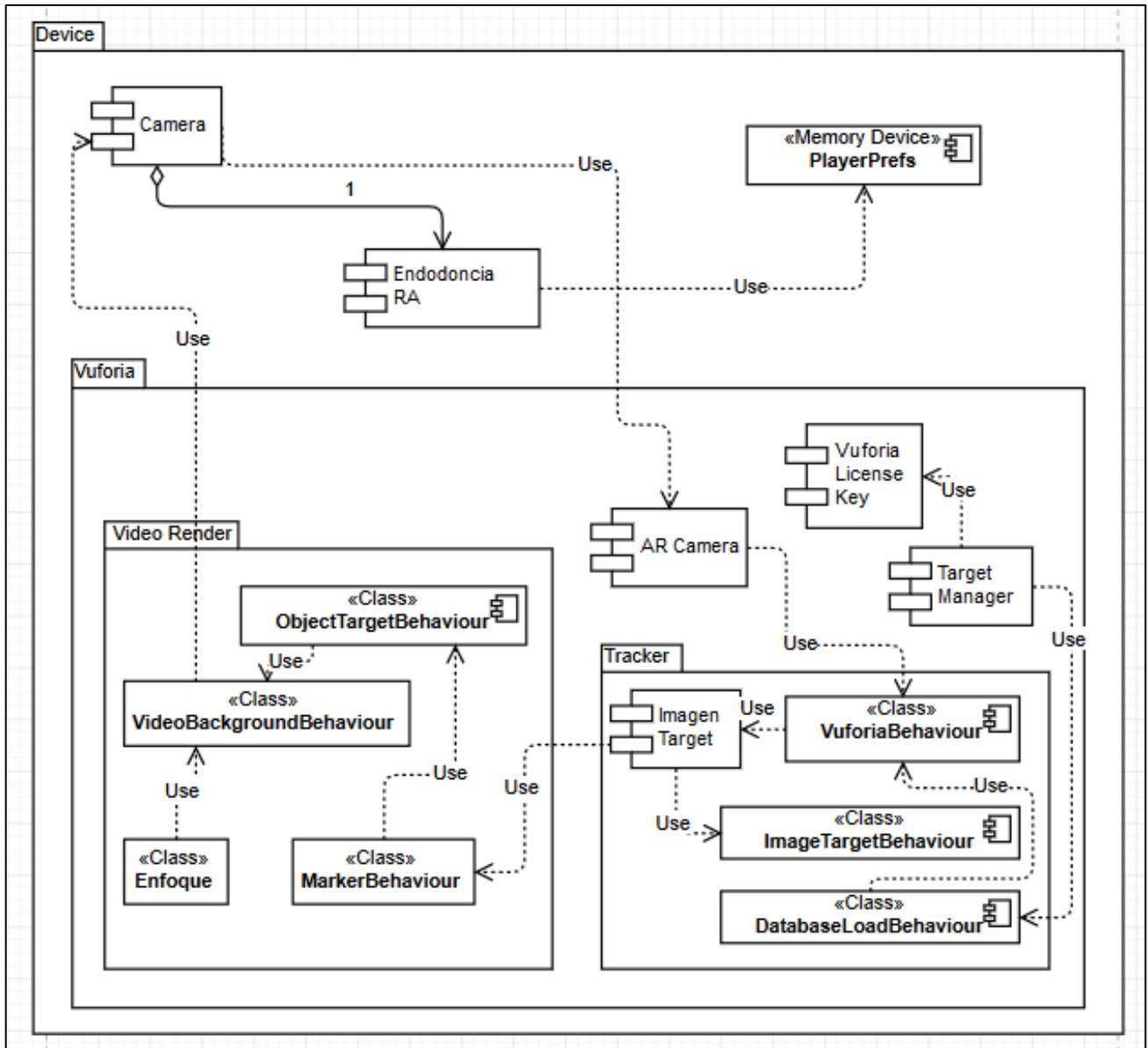


Ilustración 12 Diagrama de Componentes.

Para cada uno de los casos de uso se establece su respectivo diagrama de secuencia, con el objetivo de mostrar cómo interactúan las entidades, en el aplicativo móvil.

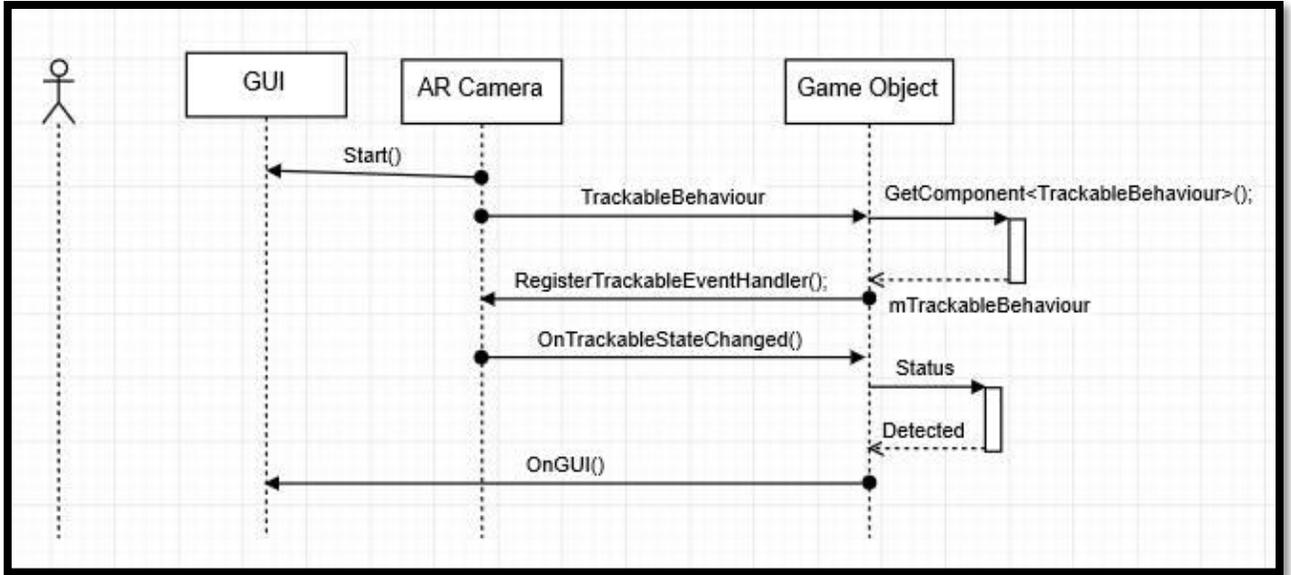


Ilustración 13 Diagrama de Secuencia: Caso de uso – Visualizar Modelos 3D.

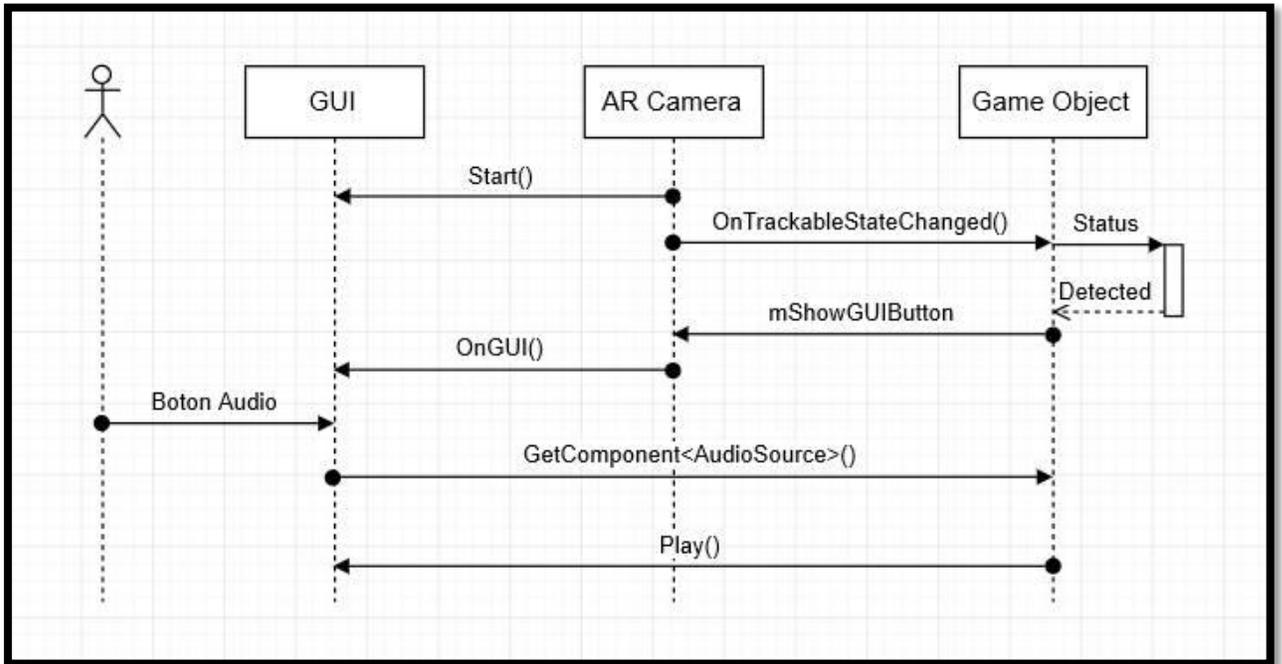


Ilustración 14 Diagrama de Secuencia: Caso de uso – Reproducir Audio.

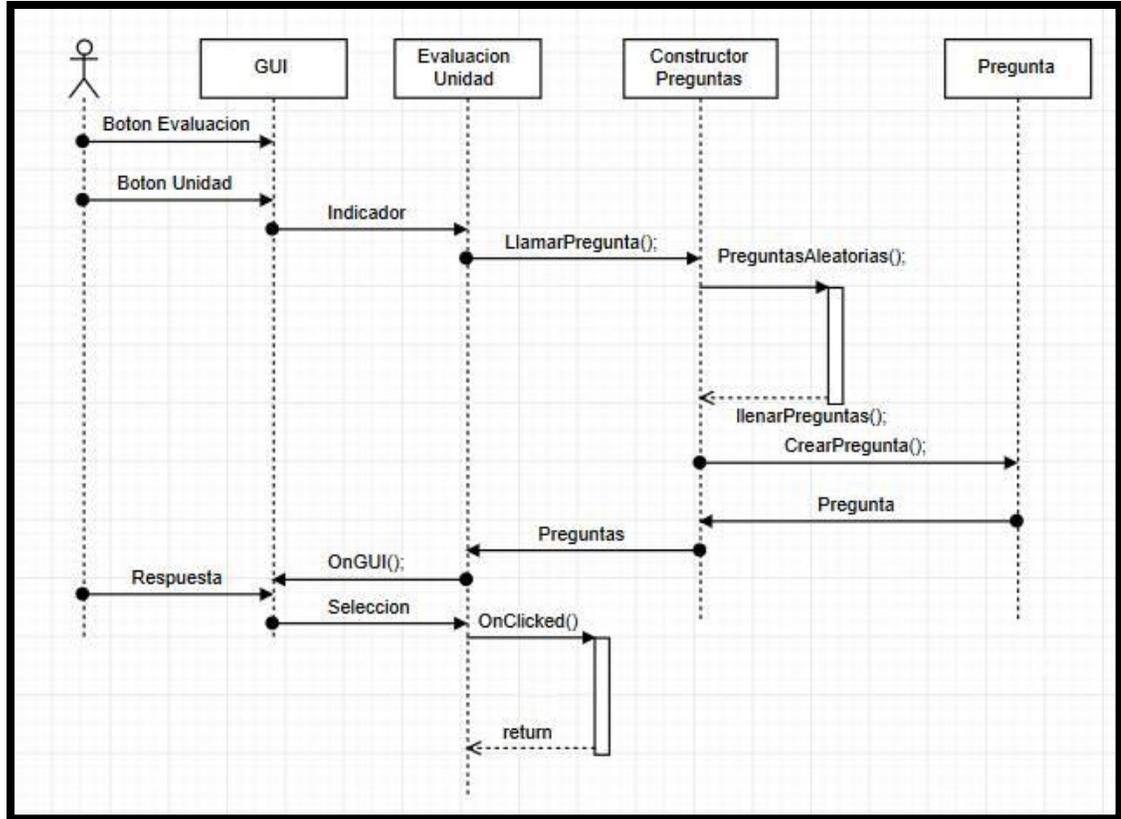


Ilustración 15 Diagrama de Secuencia: Caso de uso – Realizar Evaluación

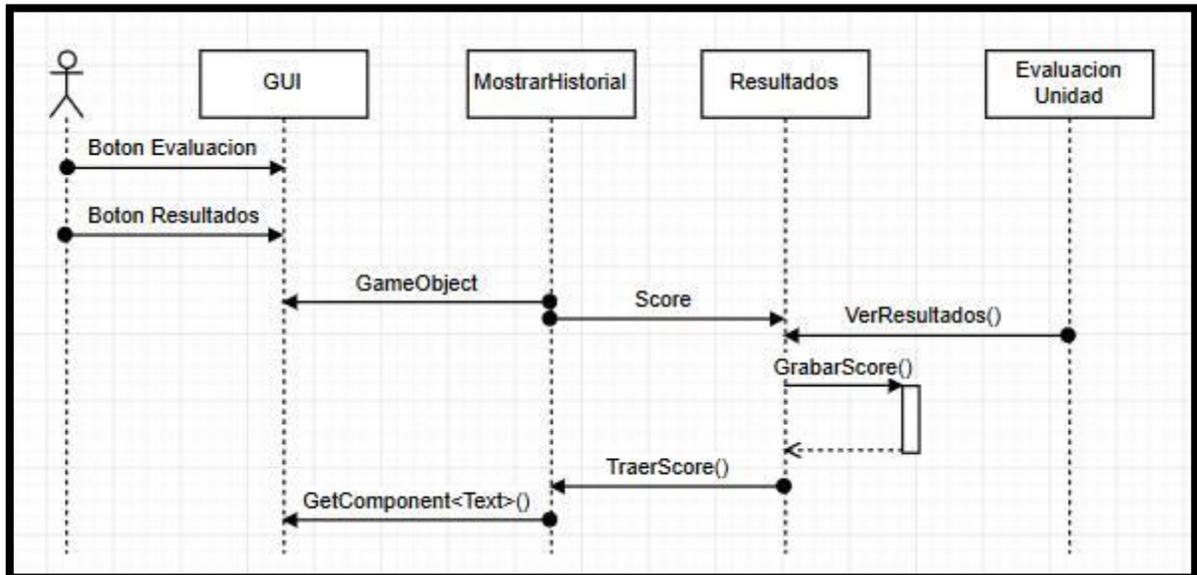


Ilustración 16 Diagrama de Secuencia: Caso de uso – Revisar Resultados

Con los audios grabados, los objetos modelados, las animaciones desarrolladas, el diseño del aplicativo establecido, y el contenido investigativo completo, constituimos el cumplimiento del segundo objetivo, lo que nos deja un banco de material multimedia que será utilizado finalmente en la integración en un aplicativo móvil con soporte a realidad aumentada a fin de apoyar el estudio de la endodoncia en la universidad de Cartagena Facultad de Odontología. .

<p>Metodología MIXTA</p> <p>Etapa #3:</p> <p>Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería.</p>	<p><u>Objetivo:</u> • Desarrollar objetos virtuales de aprendizaje, mediante la integración de los modelos 3D, audio, texto, video y realidad aumentada de la anatomía interna pulpar, la instrumentación y obturación de canales radiculares.</p>	
<p>Técnicas usadas para alcanzar el objetivo</p>	<p>Integración de modelos, animaciones, sonidos e imágenes en UNITY3D</p>	<p>Se tomó la herramienta Unity3D para realizar la integración de los componentes realizados para el presente proyecto, utilizando herramientas como: Adobe Photoshop, Google Voice Spanish, GIMP, Audacity, Blender, Visual Studio y Power Point.</p>
	<p>Aplicación de Realidad Aumentada</p>	<p>Con la ayuda presentada por la herramienta VUFORIA se pudo descargar los marcadores diseñados para el funcionamiento aplicativo de la realidad aumentada, esta fue programada en Unity3D y con scripts en lenguaje C#</p>

Tabla 5 Resultados Etapa 3: Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería.

Para la tercera etapa de la metodología, UNITY3D fue clave en el desarrollo del objetivo, puede observar en la ilustración 17 el entorno de desarrollo de este software.

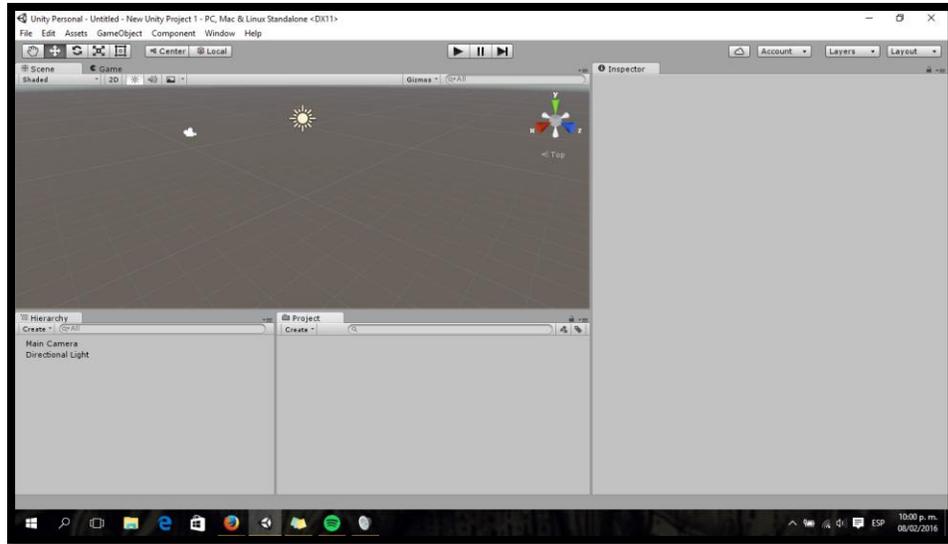


Ilustración 17 Entorno Unity3D

Unity3D permite el desarrollo del aplicativo para distintas plataformas, pero es necesario para la aplicación de realidad aumentada la utilización de herramientas que faciliten la aplicación en el programa. Debido a esto y con miras de integrar los marcadores al proyecto, se utilizó las herramientas brindadas por VUFORIA a través de la web <https://developer.vuforia.com>. Esta web facilita la preparación de los marcadores para ser importados dentro de Unity, en las ilustraciones 18 y 19, se puede evidenciar como se añaden y descargan los marcadores desde la web, haciendo énfasis en que serán usados por el editor de Unity.

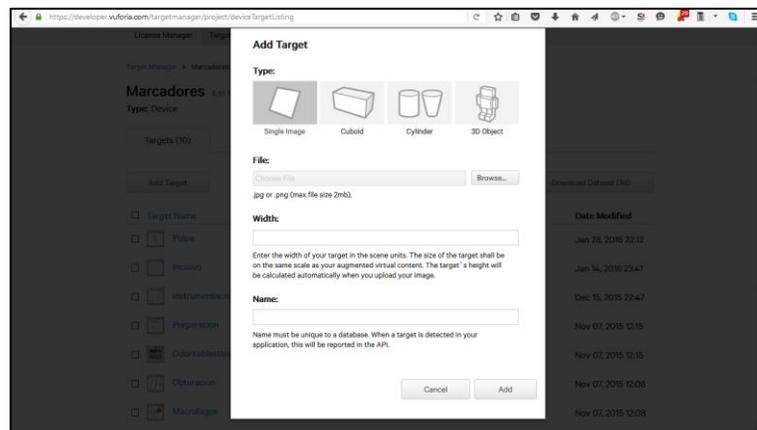


Ilustración 18 Subida de marcador a Vuforia

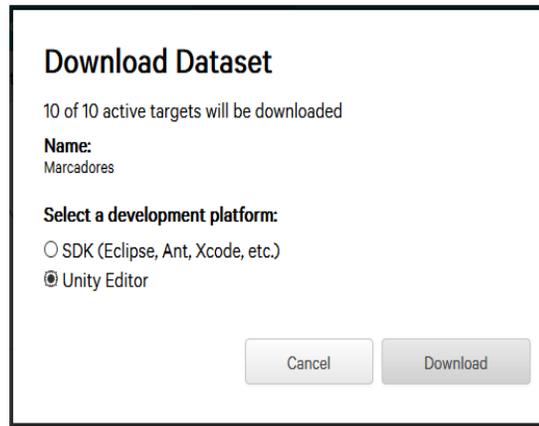


Ilustración 19 Descargar Plugin Vuforia para Unity

Una vez fueron obtenidos los archivos de los marcadores, se procede a la integración de estos archivos en Unity siendo importados por capítulos e incluyendo de igual manera los objetos virtuales o modelos desarrollados en Blender sobre cada uno de los marcadores de realidad aumentada.

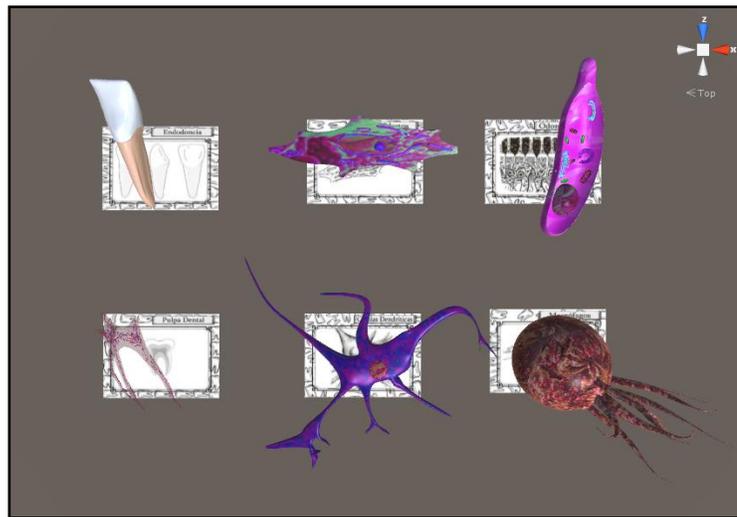


Ilustración 20 Integración Modelos – Marcadores

Fue necesario en el desarrollo para fines de botones, y aplicación de la funcionalidad la programación en C# como lenguaje integrado a Unity. A nivel de código también fueron programados las evaluaciones y los resultados que estas arrojaban.

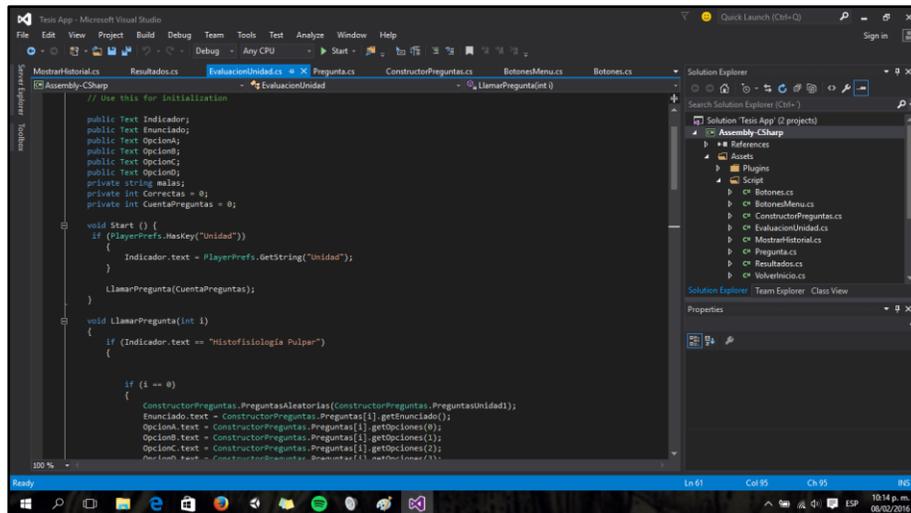


Ilustración 21 Scripts Programación C#

Una vez importados los audios grabados con la voz de Pablo Andrés Peñaranda Jaramillo (Barrios Valencia, 2016) y programado su comportamiento fue necesario usar las herramientas que brinda Unity para el manejo de contenidos sonoros llamada Audio Source, esto para permitir el control de volumen y calidad del sonido.

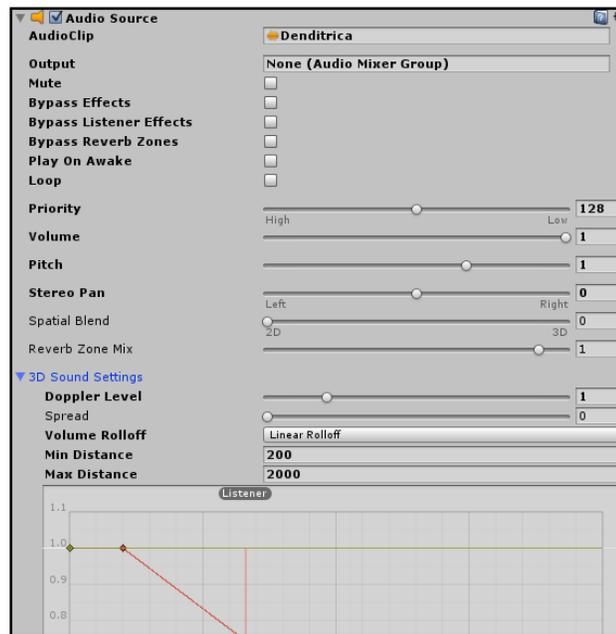


Ilustración 22 Integración de Audios en unity

Luego se procedió a hacer los test donde se visualizaran los modelos 3D y en este orden de idea reprodujera su respectivo audio.

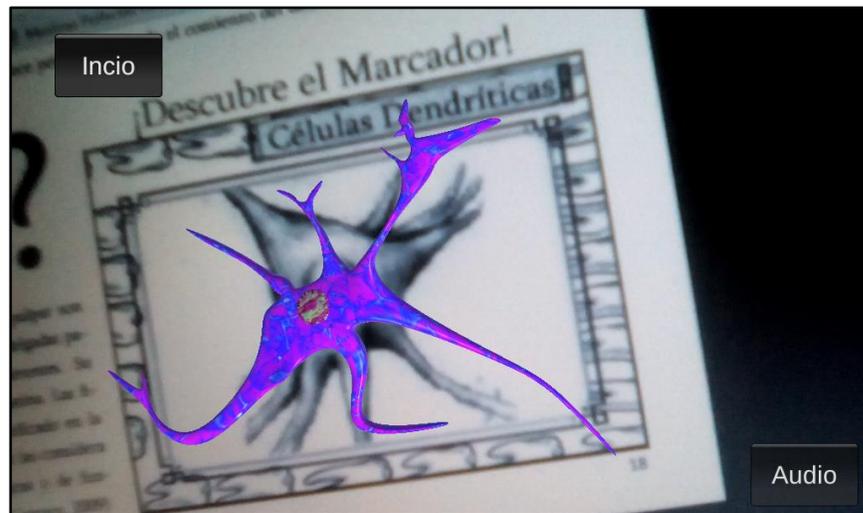


Ilustración 23 Visualización de Célula Dendrítica

De ese mismo modo se procedió a probar la ejecución del aplicativo con las animaciones y su correspondiente.

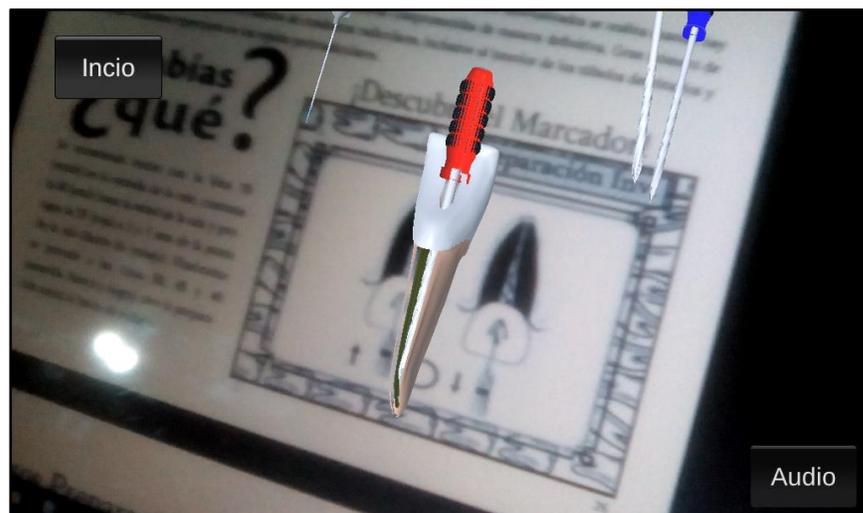


Ilustración 24 Visualización de la animación

Con el contenido multimedia integrado es necesario proceder al diseño estético del aplicativo con el fin de que se haga llamativo para los usuarios finales, se identificó el color azul como base para el

diseño, resaltando que este color transmite tranquilidad y es relacionado al intelecto o aplicaciones científicas, lo cual implícitamente sugiere responsabilidad e inspira confianza.

Se incluye el logo de la Universidad de Cartagena y se induce al usuario a utilizar la cartilla guía para que la experiencia que viva en el aplicativo sea completa y correcta.

En la ilustración 25 puede observar el diseño de las pantallas para el Inicio del aplicativo, los créditos del mismo, instrucciones de uso y el menú principal.

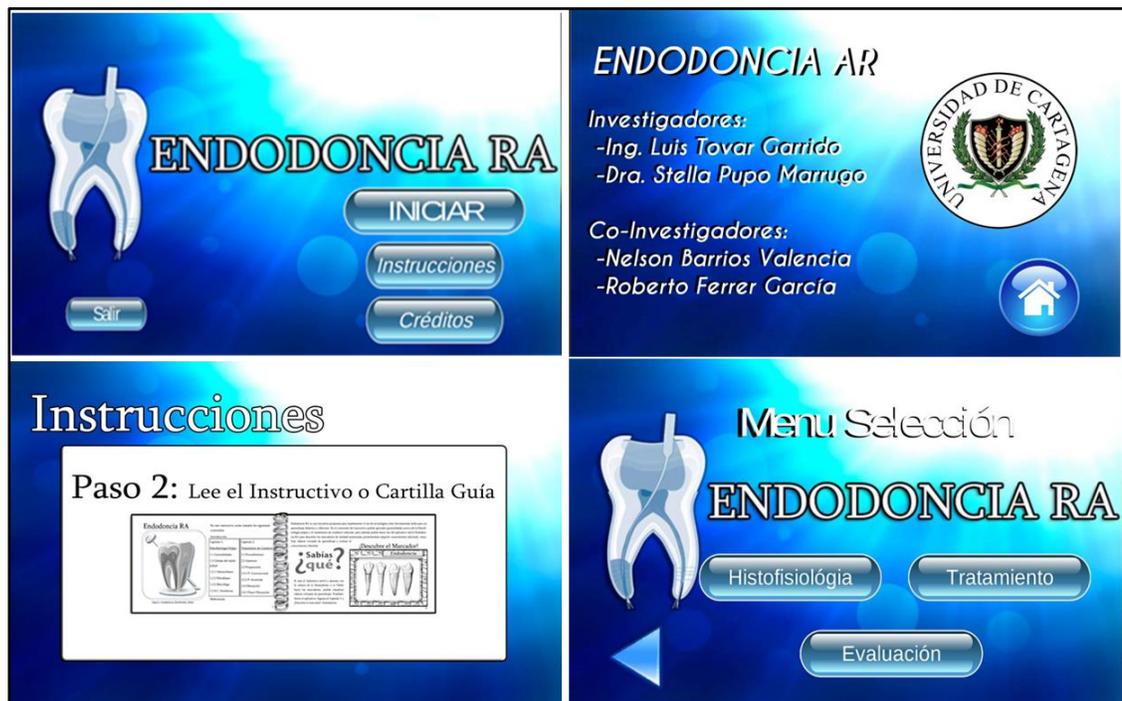


Ilustración 25 Diseño de Pantallas.

De igual manera observe en la ilustración 26 un diseño de pantallas intuitivo para las evaluaciones, donde no solo se permite la realización de la evaluación, sino que además la retroalimentación del resultado individual y el recorrido histórico de resultados.

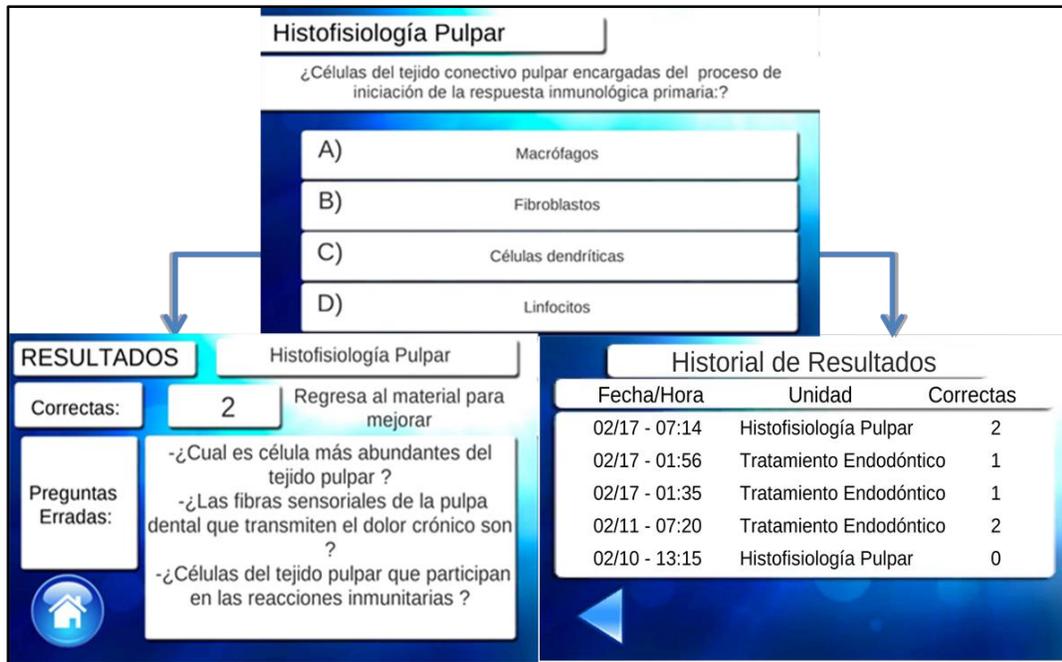


Ilustración 26 Evaluaciones y Resultados

Con el diseño e integración completos se procede a la creación del aplicativo seleccionando como sistema operativo es Android en su versión 4.0 o en adelante, que facilita la compatibilidad de los dispositivos móviles con la herramienta desarrollada.

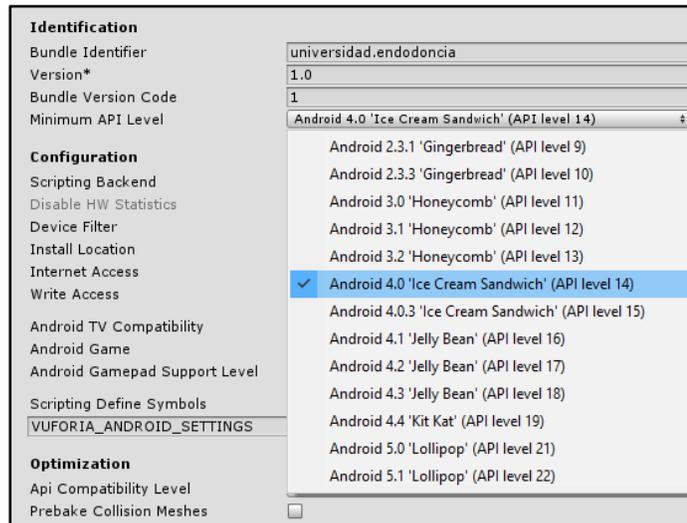


Ilustración 27 Selección de la versión Android

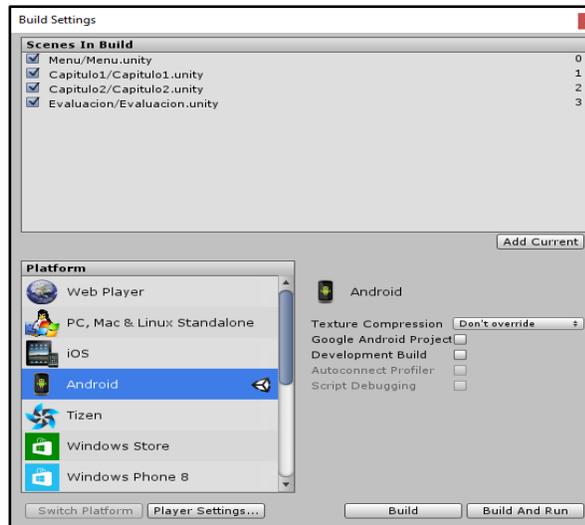


Ilustración 28 Generación del aplicativo.

Paralelamente se termina el desarrollo de los contenidos de la cartilla guía o instructivo físico para dejar el escenario completo que junto a la creación del APK de nuestro aplicativo móvil Endodencia RA, queda preparado para las pruebas funcionales que constituyen nuestro último objetivo.

Metodología MIXTA Etapa #4: Evaluación e implantación.	<u>Objetivo:</u> • Realizar y documentar las pruebas funcionales de los objetos virtuales de aprendizaje implementados además de los resultados esperados.	
Técnicas usadas para alcanzar el objetivo	Pruebas con Docentes y Estudiantes	Se recurrió a una prueba piloto el día 9 de marzo de 2016 buscando que estudiantes y docentes interactúen con el aplicativo
	Documentación de las pruebas funcionales.	Se tabulan los resultados, y se hace un análisis exhaustivo de los comentarios recorridos en el formato de evaluación.

Tabla 6 Resultados Etapa 4: Evaluación e Implantación.

La realización de pruebas funcionales son determinantes para las conclusiones del proyecto de investigación, con el ánimo de obtener a ciencia cierta lo que los usuarios finales, en este caso los estudiantes retroalimentan del proceso de aprendizaje apoyado por el uso de tecnologías móviles con realidad aumentada.

En el contexto geográfico de la Universidad de Cartagena, Facultad de Odontología se tomó una muestra de 11 estudiantes para la prueba pilotos, los cuales alternaron entre el 7mo semestre (10 estudiantes) de la carrera de Odontología y una estudiante (1) de tercer semestre, como contra partida a los distintos puntos de vista en el transcurrir de su carrera profesional.

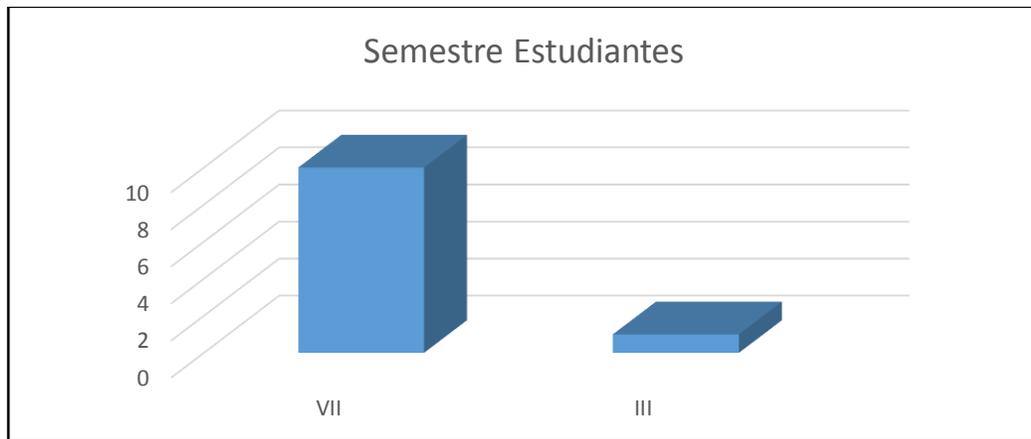


Ilustración 29 Semestre de los estudiantes que hicieron la prueba piloto.

Para la recolección de la evaluación del aplicativo realizada por los estudiantes se utilizó el formato de evaluación aprobado por los docentes encargados del área de endodoncia que puede observar en la ilustración 30, en el que se encuentran 10 preguntas que ayudan a la evaluación del proceso de aprendizaje y el nivel de satisfacción alcanzado por los usuarios respecto al presente proyecto.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
 Programa de Ingeniería de Sistemas
 Evaluación del Aplicativo Móvil Endodoncia RA

Objetivo: Medir el grado de satisfacción de los estudiantes de odontología y el nivel de rendimiento del aplicativo móvil Endodoncia RA.

Nombre del Estudiante: _____

Código: _____ Fecha: _____ Semestre: _____

1. ¿Cómo Evalúa el Diseño del aplicativo?	Excelente <input type="radio"/> Bueno <input type="radio"/>	Aceptable <input type="radio"/> Insuficiente <input type="radio"/>
2. ¿Cómo considera el contenido teórico del aplicativo?	Excelente <input type="radio"/> Bueno <input type="radio"/>	Aceptable <input type="radio"/> Insuficiente <input type="radio"/>
3. ¿Corresponde al contenido del aplicativo con la cartilla guía?	SI <input type="radio"/>	NO <input type="radio"/>
4. ¿Correspondan los audios con los modelos 3D del aplicativo?	SI <input type="radio"/>	NO <input type="radio"/>
5. ¿Son adecuadas las preguntas de evaluación?	SI <input type="radio"/>	NO <input type="radio"/>
6. ¿Cuál es el nivel de dificultad de las preguntas evaluadas?	Muy Alto <input type="radio"/> Alto <input type="radio"/>	Medio <input type="radio"/> Bajo <input type="radio"/>
7. ¿Cuál fue la cantidad de errores presentada en el uso del aplicativo?	Alto <input type="radio"/> Medio <input type="radio"/>	Bajo <input type="radio"/> Ninguno <input type="radio"/>
8. ¿Cuál fue el nivel de satisfacción con respecto a la aplicación?	Muy Satisfecho <input type="radio"/> Satisfecho <input type="radio"/>	Algo Satisfecho <input type="radio"/> Insatisfecho <input type="radio"/>
9. ¿Le agregaría algo a la aplicación?	SI <input type="radio"/>	NO <input type="radio"/>
	¿Que? _____ _____	
10. ¿Considera que la aplicación pueda apoyar el proceso de enseñanza?	SI <input type="radio"/>	NO <input type="radio"/>

Investigadores: Stella Pupo, Luis Tovar

Co-Investigadores: Nelson Barrios, Roberto Ferrer

Ilustración 30 Formato de Evaluación de la aplicación.

A continuación se muestra la tabulación de los resultados obtenidos por cada pregunta, con su respectiva explicación y retroalimentación de los datos obtenidos.

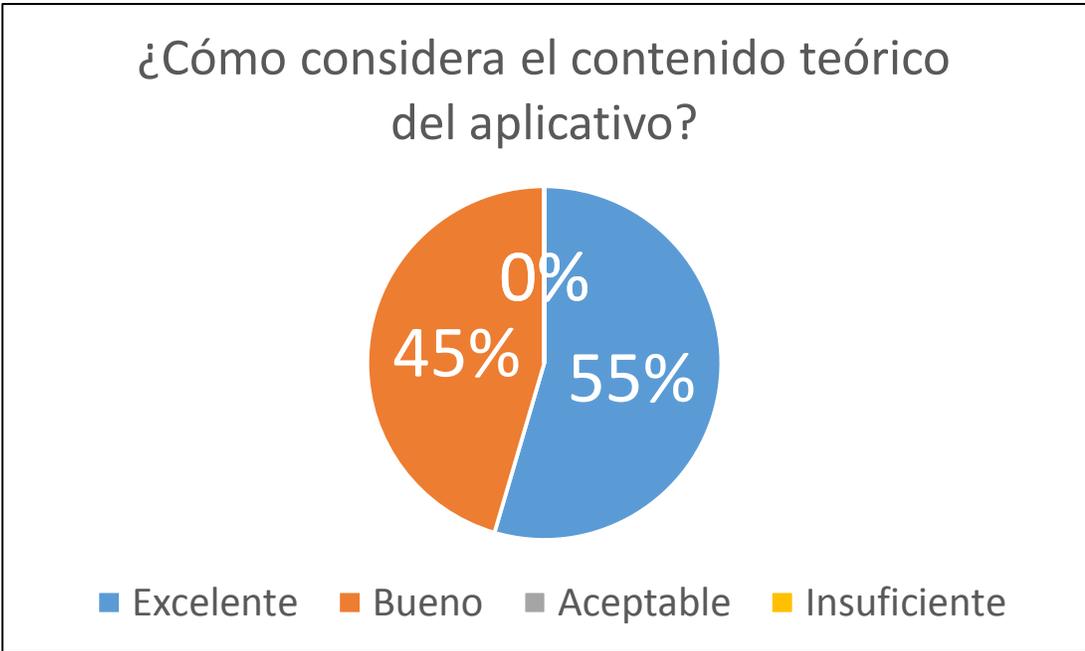


Ilustración 31 Resultados - Pregunta de evaluación #1

Como se observa en la ilustración 31, el 100% de los estudiantes considera que el contenido teórico es suficiente y cumple con los objetivos del aplicativo, dividiéndose en un 55% de la muestra que califica el contenido como excelente contra un 45% que lo puntea en el grado de calificación bueno.

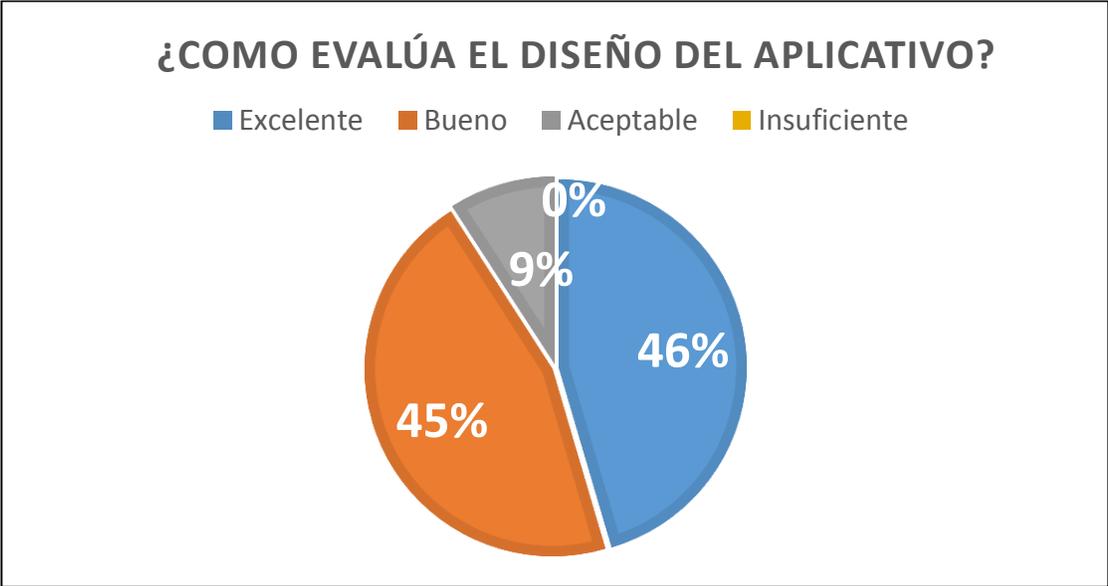


Ilustración 32 Resultados - Pregunta de evaluación #2

A la pregunta sobre la evaluación del diseño visual del aplicativo, el 46% de los estudiantes de la prueba piloto consideran un diseño excelente y propio para el desarrollo de un aplicativo móvil en el área odontológica, por su parte el 45% considera que es muy bueno el diseño pero podría mejorarse un poco más, mientras que el 9% lo considero aceptable al pensar que el diseño cumple con los objetivos para el cual el aplicativo fue desarrollado pero que estéticamente aún puede tener muchas mejoras.

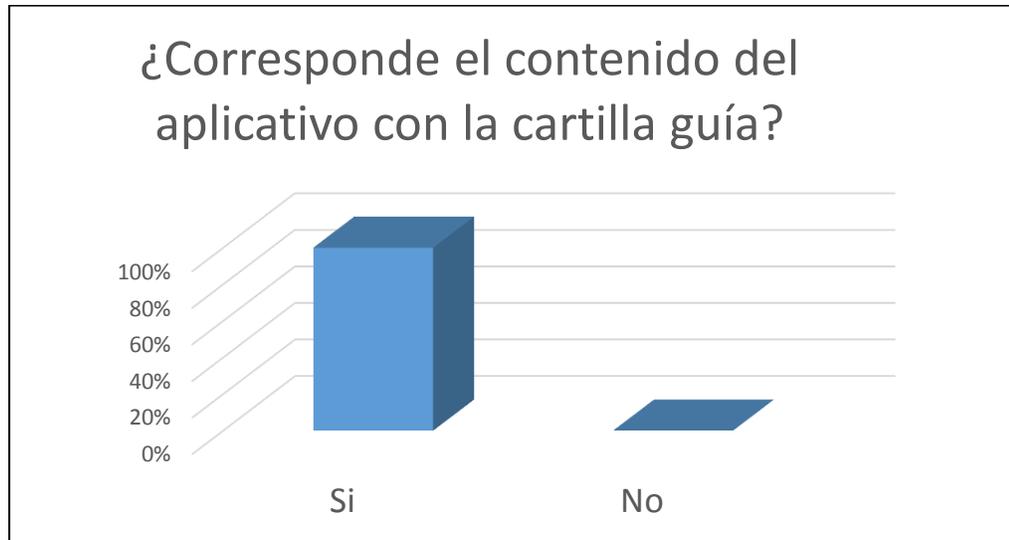


Ilustración 33 Resultados - Pregunta de evaluación #3

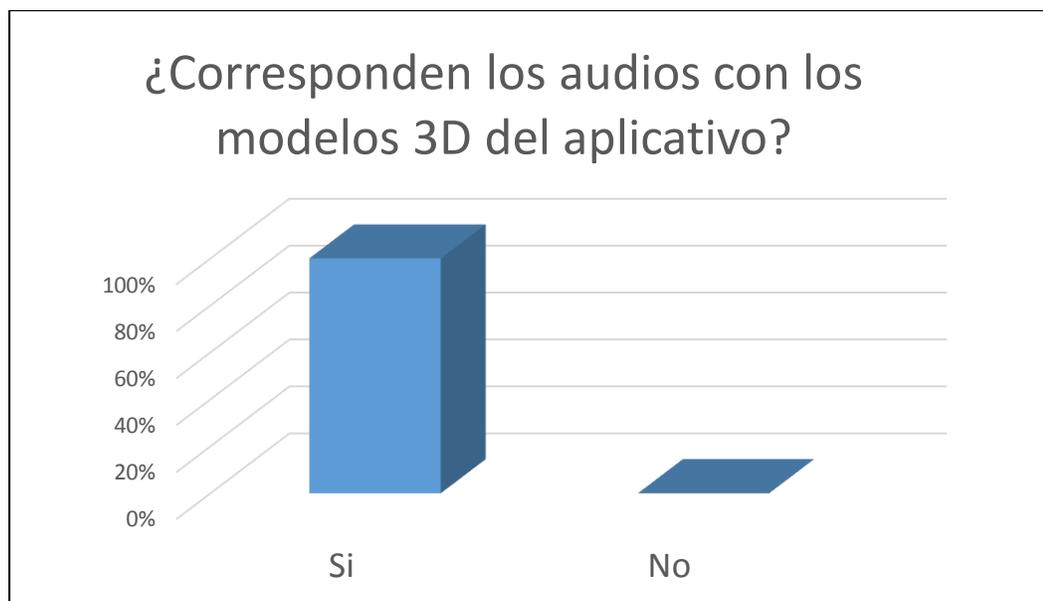


Ilustración 34 Resultados - Pregunta de evaluación #4

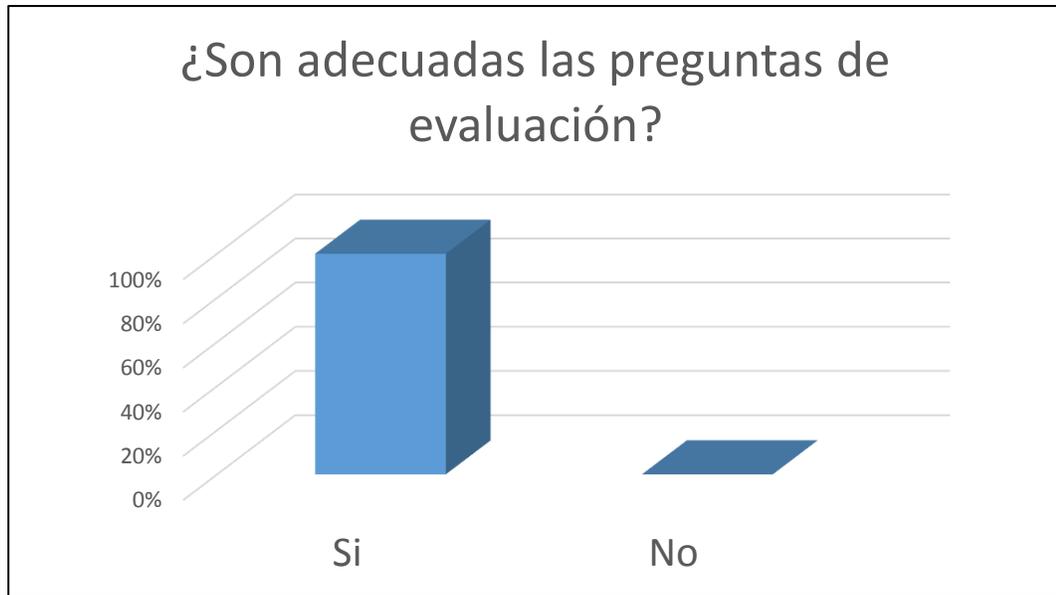


Ilustración 35 Resultados - Pregunta de evaluación #5

Las preguntas de evaluación 3, 4 y 5 (correspondientes a las ilustraciones 33, 34 y 35) que tienen como objetivo determinar la correcta integración de los contenidos entre los audios, textos, modelos y evaluaciones, obtuvieron el 100% de satisfacción de los estudiantes respondiendo a cada pregunta con un SI.

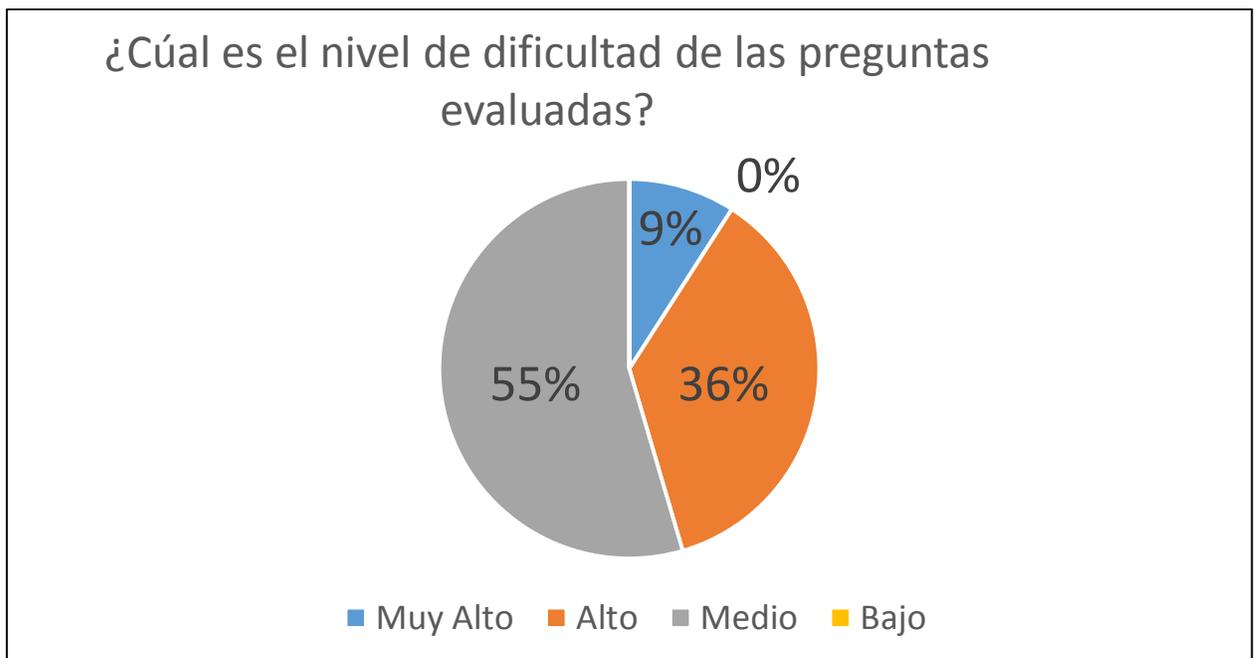


Ilustración 36 Resultados - Pregunta de evaluación #6

La población estudiantil estudiada considera en un 55% que las preguntas para el aplicativo móvil son de nivel medio, lo cual estipula un escenario ideal para el aprendizaje de una temática. Importante destacar que un 36% considera el nivel de las preguntas alto, y un 9% considero el nivel de las preguntas de evaluación muy alto, es de vital importancia reconocer que el nivel bajo fue evaluado en 0%.

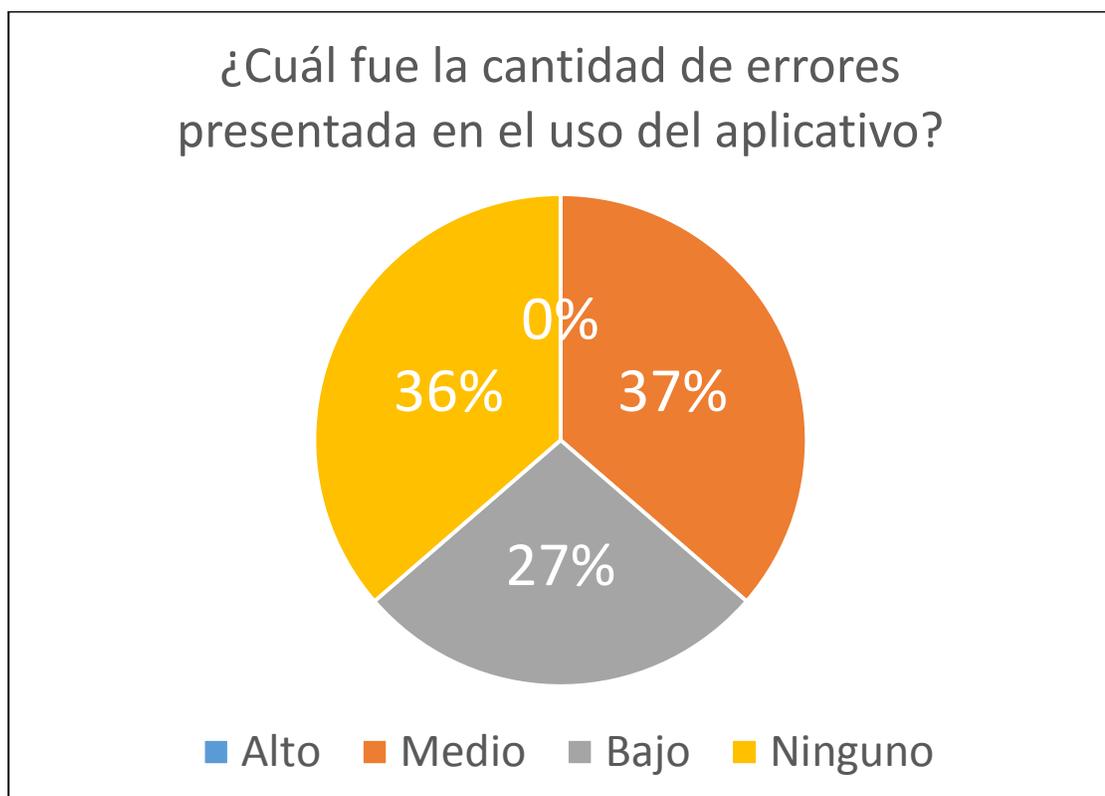


Ilustración 37 Resultados - Pregunta de evaluación #7

El resultado con mayor porcentaje (37%) corresponde a un nivel de errores medio en la fase de pruebas del aplicativo Endodoncia RA, pero es de destacar que el 36%, considero que el aplicativo no presento ningún error, mientras que un 27% evaluó el nivel de errores en bajo, completando de esta manera la evaluación del nivel de errores con un 0% en el nivel alto.

Dado los porcentajes reales donde los estudiantes encontraron errores, se procedió a la verificación del origen del error, Identificando que en su totalidad dependen estrictamente de la versión de Android del dispositivo móvil, por lo que se pudo determinar cómo requerimiento mínimo para el uso del Aplicativo móvil Endodoncia RA la versión 4.0, donde el aplicativo funcionará correctamente

desde esta versión hasta la versión 6.0 en donde por compatibilidad se deberá acceder a un nuevo APK actualizado para esta versión o superiores.

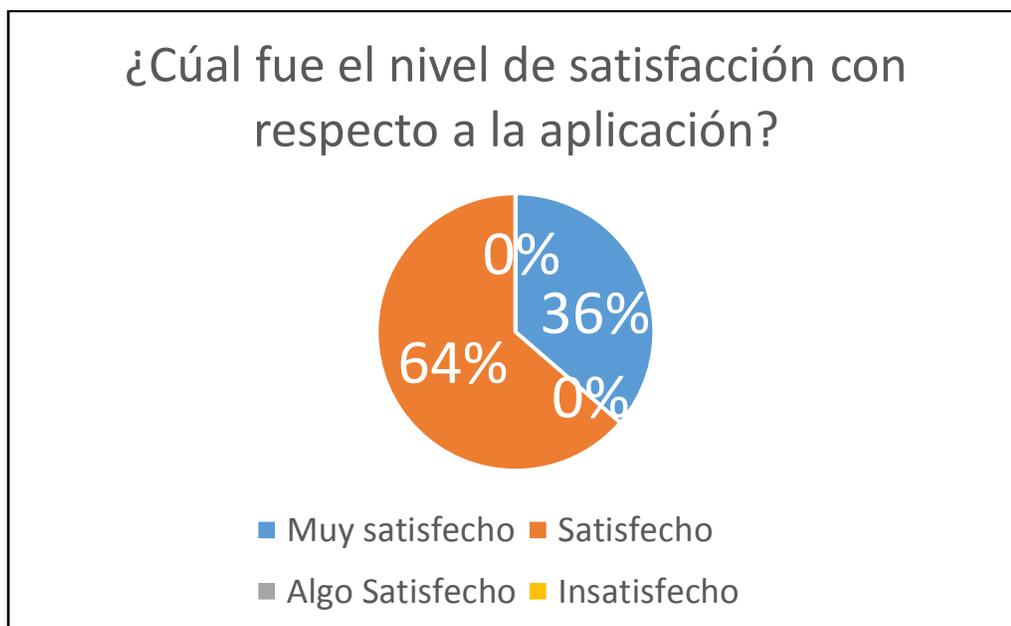


Ilustración 38 Resultados - Pregunta de evaluación #8

La población estudiantil estudiada se mostró muy entusiasmada con el uso del aplicativo móvil Endodoncia RA, tanto así que un 64% del estudiantado califico su nivel de satisfacción como satisfecho y aún más el otro 36% lo evaluó como muy satisfecho.



Ilustración 39 Resultados - Pregunta de evaluación #9

Una pregunta clave para la realización de la prueba piloto, fue determinada como aquella que permitirá recibir recomendaciones y sugerencias de mejora al aplicativo móvil, ante la pregunta de la ilustración 39, un 45% considero que no es necesario agregar mayor información al aplicativo y que está listo para trabajar en un escenario real, pero un 55% considera que se puede sacar más provecho a este tipo de herramientas, añadiendo mejoras o un contenido de mayor alcance. A continuación se muestran las sugerencias realizadas por los estudiantes participes en la población de estudio teniendo en cuenta que las recomendaciones con empatía son agrupadas en un único ítem numérico.

COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES DE LA POBLACION DE ESTUDIO
A. COMENTARIOS DE ANIMO
1. Me gusto el proceso de obturación la manera en que se ilustran los conos en el interior del diente.
2. ¡Excelente idea! Me parece un aporte interesante que desde su área de trabajo contribuye a nuestra formación. A partir de esto, debería ser una herramienta de apoyo para motivar al estudio diario.
B. RECOMENDACIONES TECNICAS.
1. Que el audio se active automáticamente.
2. Mejorar un poco la calidad de las imágenes
3. Indicar las respuestas correctas de las preguntas que resultaron erradas en la evaluación.
4. Bajarle el brillo de la pantalla de inicio.
5. Agregar modelos interactivos para la realización de la instrumentación, apertura y obturación.
6. Agregar más preguntas con distintos niveles de complejidad.
C. RECOMENDACIONES EN CONTENIDO
1. Incluir otros capítulos con más temas como la anatomía radicular de los órganos dentarios.
2. Incluir diagnósticos clínicos de patologías en la cavidad bucal.

Tabla 7 Recomendaciones de Pruebas Unitarias.

En el literal A de la Tabla 7, se encuentran comentarios de estudiantes satisfechos con el producto final del aplicativo, en el apartado B, se observa algunas recomendaciones las cuales se analizan de la siguiente manera.

1. El audio para mayor control y criterio de funcionabilidad, funciona por un botón, acatar esta recomendación sería obligar al usuario a siempre escuchar el audio del aplicativo.
2. La mejora a la calidad de las imágenes depende estrictamente de la calidad de la impresión de la cartilla o instructivo guía, por lo cual se recomiendan impresiones laser para evitar conflictos con el sistema.
3. El objetivo del OVA es apoyar el estudio de la endodoncia por lo cual el sistema ofrece como retroalimentación el enunciado de las preguntas erradas, además anima al estudiante a buscar la respuesta correcta en los distintos contenidos del producto final (Audios, Modelos, Textos), de manera que su aprendizaje se fortalezca por criterios investigativos.
4. La Configuración del brillo de pantalla, depende del dispositivo móvil y puede configurarse desde los ajustes del mismo.
5. Los modelos interactivos son una propuesta interesante e ideal pero que se sale del alcance del presente proyecto.
6. Preguntas con diferentes niveles de complejidad acarrea mayor contenido que sobrepasa el aplicativo y se sale del alcance del presente proyecto. No obstante es una recomendación a tener en cuenta en caso de querer profundizar una nueva versión del aplicativo.

En el apartado C se observan recomendaciones en el nivel del contenido ofrecido. El análisis de estas recomendaciones concluye que:

1. Incluir otros capítulos podría ayudar a apoyar más ampliamente la temática de la endodoncia.
2. El apoyar temas importantes como el diagnóstico clínico, llenaría al estudiantado de más herramientas para el ejercicio de su oficio como futuro profesional.

Se determina que estas recomendaciones salen del alcance del presente proyecto, por lo que en el apartado dedicado a las recomendaciones del proyecto, se incluye puntualmente aquellas mejoras que enriquecerían el aplicativo para futuros proyectos o actualización del mismo.

Finalmente y como pregunta clave para evaluar la aceptación y cumplimiento del objetivo general: Desarrollar objetos virtuales de aprendizaje como apoyo al estudio de la Endodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, utilizando la digitalización de modelos de piezas dentales en 3D y realidad aumentada en dispositivos móviles, Se utilizó la pregunta enunciada en la ilustración 40, ¿Considera que la aplicación puede apoyar el proceso de enseñanza?

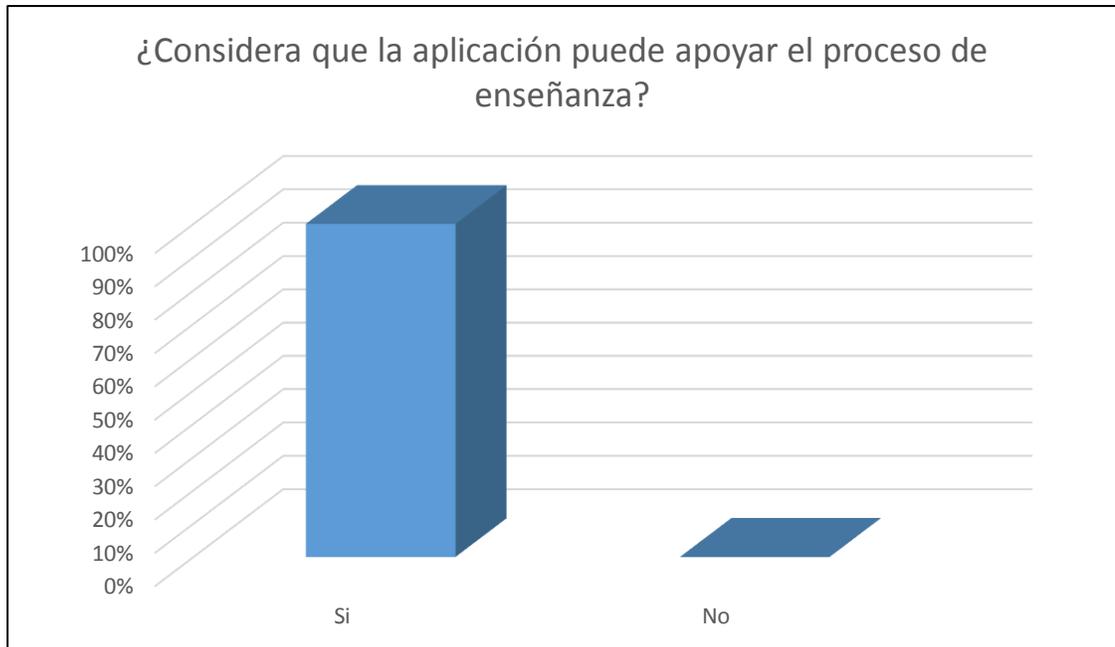


Ilustración 40 Resultados - Pregunta de evaluación #10

La conclusión final de la prueba piloto nos brinda en un 100% de los casos, el estudiantado considera que el uso de tecnologías de nueva generación como la realidad aumentada, son un instrumento ideal que puede apoyar el proceso de aprendizaje, en el caso particular, Endodoncia RA es una herramienta que permite apoyar el estudio de la Endodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena

Es importante destacar una comparativa entre el presente proyecto y sus antecesores, tales como:

- “DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA LA ANATOMÍA DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE LOS ÓRGANOS DENTARIOS EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA” (Puello, Insignares, Pomares, & Betín, 2013)
- “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” (Tovar, Insignare, Heredia, & Méndez, 2014)

Estos proyectos apoyan el aprendizaje de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, y gracias al análisis de sus procesos se adquirió un grado de experiencia basado en las recomendaciones, sugerencias y conclusiones aportadas por los investigadores con el fin de mejorar algunos aspectos, así como los de tipo teóricos, prácticos y de implementación, que durante el proceso para desarrollar el aplicativo móvil sirvieron como referencia para aumentar la calidad del mismo desde la perspectiva de nuestro enfoque.

Gracias a ello se trabajó bajo ciertas premisas tales como:

- Aumentar la calidad de los objetos en 3D pudiendo agregar además de modelos estáticos, varias animaciones que agreguen información de aprendizaje.
- Aumentar la capacidad de uso de aplicativo (Usabilidad) permitiendo que las evaluaciones puedan ser realizadas sin necesidad del marcador para de esta manera poder analizar y consolidar el antes y después del uso de la aplicación para evidenciar el aprendizaje de los estudiantes.
- Disminuir las herramientas o componentes utilizados para permitir mayor fluidez y agilidad en la instalación y ejecución en los dispositivos móviles.
- Validar y rectificar el contenido de la cartilla complemento para que sea pertinente con el desarrollado en el aplicativo.
- La utilización de motores de bases de datos para el almacenamiento de las preguntas, evaluaciones y calificaciones obtenidas por los estudiantes.

Con la intención de mejorar esta parte del aplicativo se usaron nuevas formas y caminos menos robustos pero de igual o mejor rendimiento que las anteriores para el almacenamiento.

Además de los ya mencionados proyectos, también se realizó una consulta vía web de aplicaciones con algún tipo de similitudes en los distintos repositorios de objetos virtuales y tiendas de aplicaciones conocidas como Google Store y Amazon Underground, los resultados son expresados en la siguiente tabla.

Repositorio	Aplicaciones	Semejanzas y Diferencias
Google Play Store	Anatomy Learning - 3D Atlas BoneBox™ - Dental Lite Real Tooth Morphology Free DRSK Dental QUIZZ	La utilización de modelos 3D, Evaluación. No usan Realidad aumentada.
Amazon Underground	Endodontie SFE Эндодонтия today	Enfocadas al campo de la Endodoncia. No usan modelos 3D ni realidad aumentada
Repositorio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	No se encontró	N/A
WEB	Teeth Anatomy 3D Android	Modelos en 3D y Uso de Realidad aumentada. No Realiza Evaluacion

Tabla 8 Búsqueda de aplicaciones similares en distintos repositorios.

En la búsqueda por una aplicación parecida, se dio con “Xpert's RCT” una aplicación muy similar a la desarrollada, con características casi idénticas entre las cuales están el enfoque hacia la endodoncia, el uso de modelos y animaciones 3D además del uso de la realidad aumentada y la temática tratada siendo que esta aplicación está más dirigida al tratamiento de conductos radiculares por lo que no posee la parte teórica que es contemplada en la aplicación desarrollada, además que tampoco evalúa si los conocimientos fueron adquiridos.

También se puede apreciar en los resultados de la búsqueda, que en Colombia o por lo menos en el repositorio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia no se encuentra ningún tipo de aplicación u objeto virtual de aprendizaje para el área de la odontología. Dejando así el nombre de la Universidad de Cartagena en alto gracias a los proyectos desarrollados en esta área del conocimiento.

7 CONCLUSIONES

Como conclusión a la investigación realizada es factible decir que la utilización e integración de OVA'S, realidad aumentada y los dispositivos móviles en una sola herramienta permitieron dar respuesta a las preguntas de investigación establecidas en el planteamiento del problema. Ya que se buscó la manera de integrar y aprovechar estas tecnologías como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de la anatomía pulpar y el tratamiento de conductos radiculares.

Lo anterior permitió la consecución de cada uno de los objetivos establecidos en la investigación. Iniciando por una serie de indagaciones, reuniones y entrevistas para establecer la temática a trabajar, luego realizando los contenidos que están inmersos en la los OVA'S (Células de la pulpa dental, audios, textos, animaciones y evaluaciones) y como punto final el armado de cada uno de los OVA'S integrando los contenidos realizados en los anteriores objetivos y la respectiva documentación de las pruebas realizadas al producto.

La principal limitación para el desarrollo de la investigación fue el escaso conocimiento en la temática de histofisiología del complejo dentino pulpar, por lo cual se tuvo asesoría constante de la profesora Stella Pupo Marrugo, odontóloga con muchos años de experiencia en la enseñanza de la temática. Asesorías que de igual manera produjeron una serie de elongaciones en el cumplimiento de objetivos debido al tiempo entre cada una de las reuniones y los cambios a realizar en los contenidos inmersos en los OVA'S.

Tomando como base las pruebas realizadas a los OVA'S por parte de los estudiantes de séptimo semestre de odontología 2016-I. La manera como se presentan los contenidos informativos, actividades y evaluación, apoyados en las ventajas que brinda la realidad aumentada en dispositivos móviles, fue algo que motivó a los estudiantes en el proceso de aprendizaje en la asignatura de endodoncia; ofrecida dentro del plan de estudio del programa de Odontología. Lo cual realza la importancia de este estudio ya que se presentaron los contenidos de una manera didáctica y diferente a lo que normalmente se venía haciendo en el aula de clase, lo cual generó un cierto interés adicional al momento de aprender la temática. A tal punto que según los resultados arrojados por la encuesta realizada a esta muestra de la población estudiantil Endodoncia RA, una aplicación contenedora de OVA'S disponible para dispositivos móviles que utilicen sistema operativo Android 4.0 o superior, es

una herramienta que sí les puede ayudar en el proceso enseñanza-aprendizaje, en lo cual radica la importancia de esta investigación, en realizar herramientas que sean útil y aporten al proceso.

Durante las pruebas del estudio se obtuvo un resultado inesperado, el cual fue que para los dispositivos con sistema operativo Android 6.0 la manera como se desplegaban los OVA'S no fue efectiva dado al reciente lanzamiento de esta versión del sistema operativo. En unos salían todas las funcionalidades y en otros no del todo, por lo cual se actualizarán los componentes usados para el desarrollo para abarcar la mayoría de dispositivos. También es de resaltar que los modelos 3D concernientes al tratamiento de conductos radiculares, son de gran ayuda en la enseñanza de la temática y para la realización de trabajos futuros que tomen como base los modelos existentes.

Se concluye que lo innovador del proyecto es el uso de tecnologías emergentes, como lo son la realidad aumentada y los dispositivos móviles para llevar a cabo OVA'S, que permiten a los estudiantes tener acceso a nuevas herramientas que presentan la temática de una manera diferente y atractiva para sus intereses, lo cual puede mejorar la apropiación del conocimiento.

8 RECOMENDACIONES

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

- Agregar un contenido más amplio respecto a distintas temáticas alrededor del área de la endodoncia.
- Permitir interacción con los modelos 3D en tiempo real para aumentar el entendimiento y el nivel de detalle en las animaciones para reflejar un proceso más exacto.
- Permitir evaluaciones por niveles de dificultad, según el semestre del usuario.
- Permitir que las evaluaciones puedan ser monitoreadas y actualizadas por el docente.
- Incluir diagnósticos clínicos de patologías en la cavidad bucal.
- Extenderse a otras áreas de odontología que no hayan sido cubiertas por herramientas con uso de nuevas tecnologías.

9 BIBLIOGRAFIA

- North Carolina Community College System. (2006). *Norht Carolina Learning Object Repository*. Obtenido de NCLOR: <http://explorethelor.org/>
- Fisiologia Animal*. (2013). Obtenido de www.uv.mx:
<http://www.uv.mx/personal/lbotello/files/2013/02/FisiologiaAnimal.pdf>
- (2013). Preparación del conducto radicular: limpieza y conformacion. En *Endodoncia*. Médica Panamericana.
- ADL. (2011). *Advanced Distributed Learning Network*. Recuperado el 2012 de Junio de 12, de <http://www.adlnet.org>.
- Allison, D., Weber, C., & Walton, R. (1979). The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. *J Endod*, 298-304.
- Almenar Garcia, A. (1 de Diciembre de 2014). Obturación de conductos radiculares. Valencia, España.
- Astudillo, G., & Sanz, C. V. (2011). *Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje*. La Plata.
- Astudillo, G., Sanz, C., & Willging, P. (s.f.). *Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje*. Recuperado el 26 de 02 de 2014, de LACLO: <http://lacro.org/>
- Barrios Valencia, N. (Compositor). (2016). Textos para audios. [P. A. Peñaranda Jaramillo, Intérprete] Cartagena, Colombia.
- Barritt, C., Lewis, D., & Wieseler, W. (1999). *Cisco Systems Reusable Information Object Strategy*. Recuperado el 22 de 03 de 2006, de [Cisco.com](http://www.cisco.com/warp/public/779/ibs/solutions/learning/whitepapers/el_cisco_rio.pdf):
http://www.cisco.com/warp/public/779/ibs/solutions/learning/whitepapers/el_cisco_rio.pdf
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouéche, C., & Olabe, J. (s.f.). <http://www.anobium.es/>. Recuperado el 3 de Marzo de 2014, de http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6CFJNSalrt.pdf
- Baz Alonso, A., Ferreira Artime, I., Alvarez Rodriguez, M., & Garcia Baniello, R. (2009). *Dispositivos Moviles*. Recuperado el 5 de Marzo de 2014, de E.P.S.I.G: <http://156.35.151.9/~smi/5tm/09trabajos-sistemas/1/Memoria.pdf>
- Bazan Camacho, M. (2014). <http://www.diente.com.mx>. Recuperado el 20 de Abril de 2015, de <http://www.diente.com.mx/endodoncia/tecnica-de-step-back-en-endodoncia-tecnica-de-instrumentacion-step-back-tecnica-de-endodoncia-telescopica-o-escalonada/>
- Billinghurst, M., Kato, H., & Pouoyrev, I. (Junio de 2001). *The MagicBook: Moving Seamlessly between Reality*. Recuperado el 3 de Marzo de 2014, de www.ieee.org:
<http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2234/dl/mags/cg/2001/03/mcg2001030006.pdf>
- Bohorquez, J., Velazques, C., Tovar, L., & Insignares, S. (2013). Desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje para el estudio de la anatomia de organos dentales en la facultad de odontologia de la universidad de cartagena. Cartagena, Colombia.
- Bustos, A. (2005). *Estrategias didacticas para el uso de las Tic en la docencia universitaria precencial*. Obtenido de <http://agora.ucv.cl/manual/manual.pdf>

- Carrasquilla Estremor, G., Pinilla Saad, H., & Tovar Garrido, L. (2011). Aplicacion de la Realidad Aumentada en la enseñanza de la simetria molecular para lograr un aprendizaje significativo. Cartagena, Colombia.
- CEN WS-LT. (2003). *Learning Technology Standars Observatory*. Recuperado el 2012 de Abril de 12, de <http://www.cen-ltso.net/main.aspx?put=214&AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- Chiappe, A. (s.f.). *OBJETOS DE APRENDIZAJE: EXPERIENCIAS DE CONCEPTUALIZACIÓN Y PRODUCCION*. Obtenido de <http://www.ribiecol.org/embebidas/congreso/2008/ponencias/52.pdf>
- Chiappe, A., Segovia, Y., & Rincon, H. Y. (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Educational Technology Research and Development*, 55, 671-681.
- Clinica Dental del Pacifico. (2010). <http://www.clinicapacifico.cl/>. Obtenido de <http://www.clinicapacifico.cl/index.php/19-sample-data-articles/joomla/35-profesionales>
- Colgate. (2014). *¿Qué es un Tratamiento de Endodoncia?* Recuperado el 5 de Marzo de 2014, de <http://www.colgate.com.co/app/CP/CO/OC/Information/Articles/Oral-and-Dental-Health-Basics/Checkups-and-Dental-Procedures/Root-Canal-Treatment/article/What-is-Root-Canal-Treatment.cvsp>
- College of Computing and Gvu Center at Georgia Tech. (1997). *Classroom: Serving education through ubiquitous computing*. Recuperado el 5 de Marzo de 2014, de <http://www.cc.gatech.edu/>: <http://www.cc.gatech.edu/fce/c2000/overview/>
- Colombia Aprende. (24 de Mayo de 2014). *Colombia Aprende*. Recuperado el 04 de Marzo de 2014, de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-88892.html#h2_1
- Consumopolis. (5 de Marzo de 2014). <http://www.consumopolis.es>. Obtenido de http://www.consumopolis.es/fichasPedagogicas/bloqueB/cas/Telefonia_moviles.pdf
- Cooperberg, A. F. (2002). *Las herramientas que facilitan la comunicación y el proceso de enseñanza-aprendizaje en los entornos de educación a distancia*.
- DentalNet.La. (2013). *DentalNet.La*. Recuperado el 05 de Marzo de 2014, de Inquietudes frecuentes sobre el Tratamiento de Endodoncia: <http://www.dentalnetla.net/sitio/tratamientos/endodoncia>
- Dodds, P. (2001). *Sharable content object reference model (scorm) – versión 1.2 - the scorm overview*. Recuperado el 20 de 10 de 2006, de Advanced Distributed Learning (ADL): <http://xml.coverpages.org/SCORM-12-CAM.pdf>
- Downes, S. (2001). *Learning Objects: Resources For Distance Education Worldwide*.
- Dr Nucera, A. (Julio-Agosto de 2013). *Clinica lopez jimenez Revista Smile*. Obtenido de http://www.clinicalopezjimenez.com/smile/Smile_03_Bolet%C3%ADn_CLG.pdf
- Duval, E., & Hodgins, W. (2003). *A LOM Research Agenda*. Recuperado el 19 de 8 de 2007, de WWW2003 Conference: <http://www2003.org/cdrom/papers/alternate/P659/p659-duval.html.html>
- Eudotopia. (2012). *Eudotopia*. Recuperado el 4 de Marzo de 2014, de Conozca sus dispositivos Moviles: <http://www.edutopia.org/pdfs/guides/edutopia-guia-aprendizaje-dispositivos-moviles-espanol.pdf>

- Figuroa, M., & Gil, M. d. (1 de Febrero de 2013). *www.ucv.ve*. Obtenido de http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_odontologia/Imagenes/Portal/Odont_Operatori a/%C3%93rgano_Dentino-Pulpar._Sensibilidad_Dentinaria._01.pdf
- Fuentes N, J., & Corsini M, G. (2006). *Universidad de la Frontera*. Obtenido de MANUAL DE ENDODONCIA PARA IV Y V AÑO DE ODONTOLOGÍA: http://www.med.ufro.cl/clases_apuntes/odontologia/descargas/Manual_de_Endodoncia.pdf
- Fundacion Telefonica. (2011). *Realidad aumentada: Una nueva lente para ver el mundo*. España: Editorial Paneta.
- Garcia Aretio, L. (2005). *Objetos de aprendizaje. Características y repositorios*. BENED.
- Gerard, R. W. (1969). *Shaping the Mind: Computers In Education*. En R. C. Atkinson, & H. A. Wilson, *Computer-Assisted Instruction: A Book of Readings*. New York: Academic Press.
- Gibbons, A. (2002). *La Naturaleza y Origen de los Objetos instruccionales*. Guadalajara.
- González Hernández, L. G. (2012). *Estudio comparativo entre la técnica convencional y la técnica rotatoria en la preparación biomecánica de conductos*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3684>
- Hodgins, W. (2000). *Into the future. A vision paper*. Recuperado el 4 de 12 de 2007, de Learnativity.com: <http://www.learnativity.com/download/MP7.PDF>
- Hojeadas al Mundo. (2012). Los universitarios buscan internacionalización. *Hojeadas al Mundo*, 4. <http://www.innovadent-si.com>. (s.f.). *ENDODONCIA*. Recuperado el 19 de Abril de 2015, de <http://www.innovadent-si.com/pdf/endodoncia.pdf>
- IEEE. (2002). *Draft Standard for Learning Object Metadata*. Recuperado el 21 de 06 de 2007, de IEEE Learning Technology Standards Committee: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf
- IEEE. (2002a). *The Learning Object Metadata standard*. Recuperado el 7 de 07 de 2007, de IEEE WebSite: <http://www.ieeeitsc.org/working-groups/wg12LOM/lomDescription/?searchterm=learning%20object>
- Instituto Universitario de Automática e Informática Industrial & Universidad Politécnica de Valencia. (2010). *Learning words using Augmented Reality*. Recuperado el 3 de Marzo de 2014, de www.ieee.org: <http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2234/dl/proceedings/icalt/2010/4055/00/4055a422.pdf>
- Izarra, C. (Julio de 2010). *Mobile Learning*. Recuperado el 05 de Marzo de 2014, de www.wordpress.com: <http://carolinaizarra.wordpress.com/81-2/>
- Jacobsen, P. (2002). *Reusable Learning Objects- What does the future hold*. Recuperado el 14 de 05 de 2008, de E-learning Magazine: <http://www.mcli.dist.maricopa.edu/ocotillo/retreat02/rlos.php>
- Jiménez C., L. G., Cortés, C. A., Martín S., L. A., & Lozano G., C. A. (Octubre de 2007). *Diseño e implementación de un prototipo funcional de M-Learning*. Recuperado el 5 de Marzo de 2014, de <http://www.acis.org.co>: http://www.acis.org.co/fileadmin/Revista_103/13.pdf

- L'Allier, J. J. (1998). *NETg's precision skilling: The linking of occupational skills descriptors to training interventions*. Recuperado el 15 de 01 de 2006, de skillsoft.com:
<http://www.netg.com/research/pskillpaper.htm>
- Laboratory Harbor Cold Spring. (2000). *DNA From The Beginning*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de
<http://www.dnaftb.org/>
- Lorduy Salas, I. J., Peña Esquivel, Á. E., & Puello Marrugo, P. D. (2014). *Desarrollo de una plataforma para la gestión de objetos virtuales de aprendizaje para la Facultad de Odontología en la Universidad de Cartagena*. Obtenido de <http://190.25.234.130:8080/jspui/handle/11227/421>
- Loup, A. (s.f.). *Jeuazarru*. Recuperado el 3 de Marzo de 2014, de
http://www.jeuazarru.com/docs/Realidad_Aumentada.pdf
- MaestrosdelWeb. (29 de Octubre de 2009). <http://www.maestrosdelweb.com/>. Obtenido de ¿Qué es la realidad aumentada?: <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/que-es-realidad-aumentada/>
- Martinez Gonzales, F. L. (2010). <http://riunet.upv.es/>. Recuperado el 4 de Marzo de 2014, de APLICACIONES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES :
<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11538/Memoria.pdf?sequence=1>
- Mason, R., Weller, M., & Pegler, C. (2003). *Learning in the Connected Economy*. Londres: Open University.
- Ministerio de Educación Nacional Colombiano. (Enero de 2007). *CATALOGACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de CVUDES:
http://www.cvudes.edu.co/ModeloPedagogico/proyecto_bancos_oa.pdf
- Ministerio de Educación Nacional Colombiano. (2006). *Portal Colombia Aprende*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de <http://www.colombiaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99543.html>
- MoLeNET. (s.f.). *The Mobile Learning Network (MoLeNET)*. Recuperado el 5 de Marzo de 2014, de
<http://www.molenet.org.uk/>
- Morales, E., García, F., Moreira, T., Rego, H., & Berlanga, A. (2005). *Valoración de la Calidad de Unidades de Aprendizaje*. Recuperado el 22 de 11 de 2007, de Revista de Educación a Distancia - Universidad de Murcia: <http://www.um.es/ead/red/M3/morales35.pdf>
- Navarro, M. A. (Junio de 2006). Obtenido de <http://www.carlosboveda.com>:
http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_49.htm
- Olmos, C. (15 de 02 de 2014). Entrevista, Objetos Virtuales de Aprendizaje en la Facultad de Odontología Universidad de Cartagena. (N. Barrios, & R. Ferrer, Entrevistadores)
- Ortega Nuñez, C., Luis Botia, A. P., Ruiz de Temiño Malo, P., & de la Macorra Garcia, J. C. (1987). Técnicas de obturación en endodoncia. *Esp. Endodon*, 91-104.
- Ortollano Dent. (2010). *Ortollano Dent*. Obtenido de <http://ortollano.com.co/endodoncia.html>
- Pashley, D., & Walton, R. (1996). Histología y fisiología de la pulpa dental. En J. Ingle, & L. Bakland, *Endodoncia* (4ta ed.). McGraw- Hill Interamericana.

- Patiño Lemos, M. R., P. C., & V. (2009). *Objetos de Aprendizaje: Practicas y Perspectivas educativas*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de UNIVIRTUAL:
http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf.
- Patiño Lemos, M. R., P. C., & V. A. (2009). *Objetos de Aprendizaje: Practicas y Perspectivas educativas*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de UNIVIRTUAL:
http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf.
- Pomares Agamez, A. E., & Betin Diaz, J. E. (2013). *Desarrollo de Objetos Virtuales de Aprendizaje para la Anatomía de las Estructuras de Soporte de los órganos dentarios en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena*. Cartagena.
- Prada Dominguez, E., & Uribe Quevedo, A. (s.f.). *MULTIMEDIA EDUCATIVA CON REALIDAD AUMENTADA*. Recuperado el 3 de Marzo de 2014, de <http://www.acofipapers.org/>:
<http://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/387/192>
- Puello, P., Insignares, S., Pomares, A., & Betín, J. (2013). *DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA LA ANATOMÍA DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE LOS ÓRGANOS DENTARIOS EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA*. Tesis de Pregrado, Cartagena.
- Rivas Muñoz, R. (19 de Abril de 2015). *NOTAS DE ENDODONCIA*. Obtenido de
<http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/articulos/limpieza/manualtecnica/soares.html>
- Rivas, R. (s.f.). <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas>. Recuperado el 13 de Marzo de 2015, de iztacala.unam.mx: <http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/histologia4.html>
- Rojas, R. (2009). Obtenido de
https://docs.google.com/document/d/1pZAHgqhqwnuw_UX9FSY1KHFcy10ESjc2B_03Nk2oAzs/edit?pli=1
- Roldán, N., & Ángel, F. (1 de Marzo de 2009). *Colombia aprende*. Recuperado el 4 de Marzo de 2014, de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-88892.html#h2_1
- Saludalia. (4 de Septiembre de 2001). <http://www.saludalia.com/>. Obtenido de <http://www.saludalia.com/vivir-sano/que-es-la-endodoncia>
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (Septiembre de 2005). *Towards a Theory of Mobile Learning*. Recuperado el 5 de Marzo de 2014, de <http://www.mlearn.org/>:
<http://www.mlearn.org/mlearn2005/CD/papers/Sharples-%20Theory%20of%20Mobile.pdf>
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2007). A Theory of Learning for the Mobile Age. En R. A. Haythornthwaite, *The Sage Handbook of Elearning Research*. (págs. 221-47). London: Sage.
- Shoemaker, D. (2006). *Learning Molecules: An approach to problem-based online learning*. Recuperado el 15 de 4 de 2007, de eCornell.com: <http://linc.mit.edu/conference/presentations/shoemaker.pdf>
- The Human Interface Technology Laboratory New Zeland (HIT lab NZ). (s.f.). *Magic Book*. Recuperado el 03 de Marzo de 2014, de <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54>

- Tovar, L., Bohorquez, J., & Plinio, P. (2014). Propuesta Metodologica Para La Construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje basados en realidad aumentada. *Scielo.Cl*, 7(2).
- Tovar, L., Insignare, S., Heredia, A., & Méndez, J. (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*. Tesis Pregrado, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Tovar, L., Insignares, S., Bohorquez, J., & Velasquez, C. (2013). *DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA DE ÓRGANOS DENTALES EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA*. Cartagena.
- Tovar, L., Insignares, S., Bohorquez, J., & Velazques, C. (2013). *DESARROLLO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA DE ÓRGANOS DENTALES EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA*. Cartagena.
- Trowbridge H, K. S. (2002). *Estructura y funciones del complejo dentino-pulpar* (8va ed.). (Mosby, Ed.) Madrid: Cohen, S. & Burns, R.(Eds.).
- UNDO Audiovisuales. (2010). *Undo Audiovisuales*. Obtenido de http://www.undoaudiovisuales.es/index2c2c.html?option=com_content&view=article&id=107:realidad-aumentada-de-undo&catid=38&Itemid=54
- Universidad de Antioquia. (s.f.). *Banco de Objetos de aprendizaje y de informacion*. Recuperado el 28 de Febrero de 2014, de Aprende en línea: <http://aprendeonline.udea.edu.co/ova/>
- unizar.es. (s.f.). Recuperado el 11 de Marzo de 2015, de http://wzar.unizar.es/acad/histologia/textos/TemasHistologia_I/1_1_Introduccion-Tecnicas.pdf
- Valls Meyer-thor Strante, P., & Lozano Alcañiz, A. (s.f.). *TÉCNICA DE SCHILDER: Preparación Biomecánica*. Recuperado el 20 de Abril de 2015, de http://www.icoev.es/oris/51-1/articulo_c.html
- Verbert, K. J. (2003). *Towards a global component architecture for learning objects: An ontology bases approach*. Recuperado el 2014 de Marzo de 5, de https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/125459/558_11340553_Chapter_82.pdf
- WBTIC. (2009). *WBTIC*. Recuperado el 4 de Marzo de 2014, de http://www.wbtic.com/trends_objects.aspx
- Wiley, D. A. (2000). *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*. In D. A. Wiley (2000), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. Recuperado el 18 de 08 de 2006, de The Instructional Use of Learning Objects: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- Wolfe, J. (25 de Agosto de 2004). *Music Acoustics UNSW*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de <http://www.phys.unsw.edu.au/music/>
- Wolfram Research. (15 de Mayo de 2009). *Wolfram Alpha*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de <https://www.wolframalpha.com>

