



FACULTAD DE COMUNICACIÓN Y ARTES AUDIOVISUALES

DESARROLLO DE UNA ANIMACIÓN 3D, COMO MATERIAL AUDIOVISUAL  
DIDÁCTICO INTERACTIVO, SOBRE LA ENDODONCIA EN MOLARES  
INFERIORES CON LA TÉCNICA DE INSTRUMENTACIÓN CROWN DOWN.

Autor

Daniel Sebastián Saeteros Cárdenas

2017



FACULTAD DE COMUNICACIÓN Y ARTES AUDIOVISUALES

DESARROLLO DE UNA ANIMACIÓN 3D, COMO MATERIAL AUDIOVISUAL  
DIDÁCTICO INTERACTIVO, SOBRE LA ENDODONCIA EN MOLARES  
INFERIORES CON LA TÉCNICA DE INSTRUMENTACIÓN CROWN DOWN.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para obtener el título de Licenciado en Multimedia y Producción  
Audiovisual mención Animación Interactiva.

Profesor Guía

David Fernando Cazar García

Autor

Daniel Sebastián Saeteros Cárdenas

Año

2017

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un adecuado desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

David Fernando Cazar García  
Máster en Dirección y Post-Producción  
de Animación Digital  
C.I. 1716915358

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Magíster Paulo Guerra Figueiredo

C.I. 1714547278

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

---

Daniel Sebastián Saeteros Cárdenas

C.I. 1804285672

## **AGRADECIMIENTO**

Un eterno agradecimiento a mi familia, maestros y todas las personas que me brindaron su ayuda y conocimientos, para que este proyecto se haya hecho realidad.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres, quienes me han formado con grandes valores que a lo largo de mi vida me han sacado adelante y me llevan siempre por un camino de bienestar y amor.

## RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo principal desarrollar un material audiovisual didáctico que sirva de complemento para los estudiantes de odontología de la universidad, de tal manera que sus estudios teóricos se refuercen por medio de una animación tridimensional que facilite la comprensión de la práctica de una endodoncia en molares inferiores.

La odontología, al igual que otras carreras prácticas, requiere de estudios intensos en textos, libros y más que nada, su experticia se fundamenta en poner en práctica todos sus conocimientos para desarrollarse como excelentes profesionales, por este motivo es de importancia integrar en su formación académica el uso de las herramientas tecnológicas que disponemos en la actualidad para brindarles nuevas experiencias de aprendizaje.

En el caso de este proyecto, un acercamiento audiovisual en 3D para que el estudiante se familiarice con el procedimiento antes de realizarlo, reconozcan la instrumentación rápidamente y su proceso de enseñanza sea novedoso, divertido y pueda incentivar su confianza.

Estará disponible mediante una aplicación interactiva de fácil acceso que contendrá la animación didáctica, permitiendo al estudiante o docente tener a la mano la información acerca de la endodoncia, su procedimiento y además le permitirá observar en tres dimensiones los distintos instrumentos utilizados en el mismo, el usuario podrá entrar a una pantalla donde podrá girar en 360 grados el instrumento y visualizarlo de cerca mientras puede leer la información detallada de su función.

Para esto se tomará en cuenta la opinión de los mismos estudiantes para conocer su punto de vista de cómo una aplicación de este tipo les puede resultar más útil.

## **ABSTRACT**

The main objective of this project is to develop a didactic audiovisual material, which will complement the university odontology students, so that their theoretical studies are reinforced by means of a three-dimensional animation that makes easy to understand the practice of endodontics in lower molars.

Odontology, like other practical careers, requires intensive studies in texts, books and more important, its expertise is based on putting all its knowledge into practice, in order to develop as excellent professionals, for that reason it is important to integrate into their academic training the use of the technological tools that we have today, to offer them new learning experiences.

In the case of this project, it is a 3D audiovisual approach so that the student becomes familiar with the procedure before doing it, recognize the instrumentation quickly and its teaching process will be novel, fun and can encourage their confidence.

It will be available through an accessible interactive application that will contain the didactic animation, allowing the student or teacher to have the information about the endodontics, his procedure and also allows him to observe in three dimensions the different instruments used in it, the user can enter a screen where he/she can rotate the instrument 360 degrees and view it closely while reading the detailed information of its function.

The project will consider the opinion of the students in order to know their point of view of how an application of this type may be more useful.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I. Introdutorio .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Planteamiento del problema .....	6
CAPÍTULO II. Estado de la cuestión .....	9
2.1 LA IMPORTANCIA DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS EN LA EDUCACIÓN .....	9
2.1.1 La Didáctica.....	9
2.1.2 Las TIC como medios didácticos.....	13
2.1.3 Multimedia como medios para aprender y enseñar.....	17
2.2 EL LENGUAJE VISUAL Y LA ANIMACIÓN DIGITAL .....	18
2.2.1 Lenguaje Visual: imágenes e interpretación.....	18
2.2.2 La Animación Digital.....	20
2.3 LA ANIMACIÓN COMO MEDIO DIDÁCTICO EN EL ÁREA DE SALUD.....	26
2.3.1 Aplicaciones Educativas.....	26
2.3.2 Aplicaciones médicas.....	28
2.4 APLICACIÓN EN LA ODONTOLOGÍA.....	30
2.4.1 Morfología Dental.....	30
2.4.2 Enfermedades de la Pulpa Dental.....	32
2.4.3 Endodoncia .....	33
CAPÍTULO III. Diseño del Proyecto .....	42
3.1 Pregunta de investigación .....	42
3.2 Objetivo General.....	42
3.3 Objetivos Específicos .....	42
3.4 Metodología de estudio .....	43
3.4.1 Tipo de estudio.....	43
3.4.2 Herramientas a utilizar .....	43
3.4.3 Tipo de análisis .....	44
CAPÍTULO IV. Desarrollo del Proyecto .....	45
4.1 Análisis de datos .....	45
4.2 Pre-Producción.....	47
4.2.1 Esquema de página ( <i>Wireframe</i> ).....	47
4.2.2 Diseño de interfaz .....	49
4.2.3 Guión.....	51

4.2.4 Storyboard.....	52
4.3 Producción.....	52
4.3.1 Modelado.....	52
4.3.2 Texturización.....	54
4.3.3 Luces.....	57
4.3.4 Cámaras.....	58
4.3.5 Animación.....	59
4.3.6 Render.....	60
4.4 Post-Producción.....	61
4.4.1 Edición de video y musicalización.....	61
4.4.2 Difusión.....	62
<b>CAPÍTULO V. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>64</b>
5.1 Conclusiones.....	64
5.2 Recomendaciones.....	64
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

# CAPÍTULO I

## INTRODUCTORIO

### 1.1 Introducción

Los medios audiovisuales actuales, como la animación 3D, deben ser aprovechados fuera del área del entretenimiento. La educación es uno de los campos más importantes para la formación integral de las personas en la sociedad y a nivel profesional. Es interesante poder utilizar este medio como parte de la didáctica en la educación superior, para que los estudiantes complementen su aprendizaje y prácticas pre-profesionales; de esta manera tendrán una preparación intuitiva que les permita ganar experiencia, confianza y estar listos para el mundo laboral.

Para iniciar, se propone desarrollar material didáctico para el área de la Odontología. Las áreas de la salud son propicias para implementar este proyecto, pues se busca que la animación digital tridimensional sea una guía audiovisual capaz de mejorar el método de enseñanza-aprendizaje tradicional y lo impulsen a un nuevo nivel donde los estudiantes de odontología se beneficien en sus prácticas.

Ya que es diferente la experiencia de realizar tratamientos en laboratorios de simuladores y pacientes reales, será de gran utilidad realizar una animación 3D que detalle la técnica que el estudiante debe efectuar cuando realiza estos tratamientos; por esta razón el proyecto busca simular, con precisión y de manera instructiva, la endodoncia en molares inferiores con la técnica de instrumentación *Crown Down*.

El futuro profesional se favorecerá con este material didáctico y a la vez distinto, pues se familiarizará de una manera más cercana con el proceso que debe llevar a cabo, de tal forma que genere confianza en sí mismo y se sienta preparado para practicarlo con personas reales. El producto animado en 3D

encaminará correctamente al estudiante mediante una simulación y texturización que se apeguen a la realidad de su estudio, cubriendo cada paso necesario para que se aprecie la técnica, su precisión requerida y así adiestrarlo para un caso real.

Además, tendrán acceso a tips y sugerencias, durante la animación, que fortalecerán las acciones que deben realizar para alcanzar su objetivo, las guías visuales que se emplearán serán las adecuadas para que sean eficientes en su ejecución. Todo esto hará que la enseñanza y aprendizaje sean más apegados a la era digital actual, ya que los estudiantes buscan tener una manera más dinámica de aprender y los incentivará a cumplir sus metas con total seguridad.

Es un enfoque donde la Multimedia, a más de entretenimiento, es capaz de demostrar su aporte a la educación por medio de un producto didáctico animado, apto para ayudar en el aprendizaje y fomentando el uso de la tecnología como complemento que impulse la formación académica.

El alcance de mi proyecto de investigación se realizará en la Universidad de las Américas (UDLA), carrera de odontología a estudiantes del 4to semestre.

Por medio de este proyecto de investigación se recopila información sobre:

- La importancia de los medios didácticos en la educación.
- El lenguaje visual y la animación digital.
- La animación como medio didáctico en el área de la salud (odontología)
- La morfología dental y la endodoncia.

## 1.2 Antecedentes

En el área de la salud, un buen profesional gana experiencia realizando sus prácticas pre-profesionales en pacientes reales, con el objetivo de experimentar diferentes escenarios que impulsen sus habilidades profesionales.

Devolver la salud bucal a los pacientes está en decisiones acertadas que tomen los profesionales del área, por lo que es una gran responsabilidad saber realizar correctos diagnósticos y tratamientos para poder tener pronósticos de éxito que puedan devolver la salud, función y estética a los pacientes que acuden a la consulta odontológica, al tratarse de un estudiante, que inicia por primera vez sus prácticas pre-profesionales, la presión puede aumentar y deberá aplicar todo lo que ha aprendido para tener éxito sin arriesgar la seguridad de su paciente.

La poca experiencia puede decaer en falta de confianza y esto supone un riesgo para lograr seguridad. La autora Leka (2004, p. 8), a través de la Organización Mundial de la Salud, declara que “el estrés puede dar lugar a comportamientos disfuncionales y no habituales en el trabajo” haciendo que la persona sea incapaz de relajarse o concentrarse y con la dificultad para pensar con lógica y tomar decisiones; dada esta problemática es importante encontrar maneras en que el estudiante no sienta estrés, pierda los nervios y gane confianza.

Los estudiantes de la carrera de odontología de la UDLA a través de una guía virtual multimedia podrán tener una herramienta tecnológica que ayude a completar su formación académica teórica y poder desarrollar una mejor destreza pre-profesional.

Se ha escogido la carrera de odontología porque es una profesión eminentemente práctica donde, mediante herramientas tecnológicas para la generación de contenidos audiovisuales, se desarrollará un material tridimensional animado y didáctico. Los estudiantes deben realizar servicios a la comunidad donde empezarán sus prácticas pre-profesionales, este proyecto pretende brindarles la ayuda necesaria para que las realicen de mejor manera, ofreciendo un servicio íntegro.

Los futuros odontólogos podrán familiarizarse con los procedimientos fundamentales que llevan a cabo en sus consultorios y esta herramienta simulará, lo más real posible, la práctica de la endodoncia en una labor cotidiana; labor que se llevará a cabo por medio de su adiestramiento previo más el apoyo de este material, para que el desempeño del estudiante sea de calidad. La Dra. Sandra Castillo, de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, indica que:

Debido a que las actividades con multimedia pueden dar la oportunidad de crear un ambiente de aprendizaje dentro de la clase y fuera de ella, el objetivo de las herramientas virtuales es hacer un puente para unir el conocimiento teórico con las habilidades prácticas que necesita tener un odontólogo (Castillo, 2011, p. 100).

El presente proyecto busca desarrollar una herramienta didáctica que otorgue este tipo de ambiente virtual de aprendizaje a manera de tutorial, para proveer información en cuanto a la endodoncia, lo cual considero como una gran forma no solo de reforzar los conocimientos, sino de aclarar cualquier duda con respecto a un tema que sea difícil de asimilar únicamente por textos o libros.

Algunos ejemplos del uso de técnicas de animación en la educación que se pueden mencionar son (Esquivel, 2010, párr. 25):

Cuentos celestes es el título de una serie animada creada por Irene Iborra y David Gautier en España del 2005 con diferentes técnicas: *cut out*, plastilina y bajo relieve. Se encuentra conformada de 6 cortometrajes con una duración aproximada de 4 min. cada uno. El título de esta serie se debe a que los personajes principales son el Sol, la Luna y las nubes que se presentan indignados con las calamidades ambientales que realiza el ser humano, sin proporcionar ningún tipo de solución para el cuidado del medio ambiente, sin embargo sí sensibiliza con respecto al tema de la contaminación ambiental.

Dentro del área médica la animación 3D resulta la más indicada por su acercamiento a la realidad, un caso que se puede señalar es (Marcano, 2008, p. 100):

Caverman es una especie de atlas anatómico que puede ser manipulado como un videojuego, para observar las diferentes perspectivas de los órganos y se alimenta con los datos particulares de los pacientes a través de las imágenes de tomografías, ecografías e imágenes de resonancia magnéticas. Las ventajas del modelo se centran en la integración de los aspectos anatómicos, la química y de los tipos de tejidos. Se usa también para planificar intervenciones quirúrgicas y proyectar los posibles resultados.

En la actualidad, la sociedad está en contacto con este medio y se le hace más familiar, ya sea por el auge en el cine de animación 3D o los videojuegos, permitiendo que se lo vea como un medio de entretenimiento, lo que genera una ventaja cuando se lo usa para la educación ya que el estudiante lo verá como una manera recreativa de aprender.

### 1.3 Planteamiento del problema

La falta de experiencia práctica con pacientes hace natural que el estudiante pueda llegar a sentir incertidumbre y nervios, lo que afecta directamente en su desempeño y pone en riesgo la estabilidad de su paciente.

Debido a ello, se ha planteado el desarrollo de un producto audiovisual tridimensional que complementa el aprendizaje teórico/práctico en procedimientos fundamentales odontológicos, en este caso la endodoncia, para que de esta manera se promueva el uso de la tecnología en las aulas de clase como herramientas didácticas que impulsen la enseñanza del estudiante actual que está muy apegado al uso de este tipo de herramientas.

En la actualidad, una de las herramientas tecnológicas de mayor acceso para la multimedia es el internet, el Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador indica que “para los ecuatorianos, la razón más importante para utilizar el Internet es la educación y el aprendizaje con un 40% de los encuestados. Mientras el 27,2% lo hace para obtener información y el 22,4% lo hace para comunicarse” (INEC, 2010).

Los estudiantes de odontología de la Universidad de las Américas, durante los servicios comunitarios que ofrecen a partir del tercer semestre estarán enfrentando casos en que su conocimiento deberá ser aplicado y se considera que los beneficios que el proyecto propone darán paso a una herramienta más dinámica de enseñar y aprender ayudando a que el estudiante comprenda mejor los procedimientos clínicos que debe realizar durante el tratamiento de endodoncia, siendo los beneficiarios los futuros profesionales, docentes (con una nueva herramienta para aplicar en clases) y pacientes.

El objetivo es llegar al estudiante aumentando su seguridad, mediante una animación 3D muy bien simulada, así se sentirá familiarizado y seguro de lo que está haciendo y lo podrá aplicar sin problemas en un caso real. Esto se

logrará haciendo que la herramienta sea didáctica y entretenida, basándose en objetivos y guías visuales, a manera de una interfaz de un videojuego; así el estudiante reforzará sus conocimientos de una manera amigable y menos tediosa.

Como consecuencia, el aprendizaje será divertido y puede promover la confianza que tanto necesita para proceder con sus prácticas pre-profesionales.

Es comprobado que los videojuegos ayudan a reflexionar sobre gran cantidad de temas y forman conductas que se ponen en uso en la cotidianidad; la animación buscará un entorno similar, se enfocará en lo mismo y esto permitirá que se desarrollen valores positivos, pues sentirán el reto de realizar su trabajo correctamente y puede conllevar una actitud que evite cometer la menor cantidad posible de errores.

La Dra. Ana Sedeño, profesora del Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad de la Facultad de Comunicación de la Universidad de Málaga, afirma que:

Los videojuegos fomentan la reflexión, la concentración y el razonamiento estratégico. Se relaciona a ellos el desarrollo general de algunos tipos de reflejos y aumentan los niveles de agilidad mental. Estas habilidades podrían contextualizarse dentro de las llamadas competencias espaciales, destrezas de representación espacial implicadas en el procesamiento de palabras, que incluyen la comprensión de la naturaleza secuencial del texto y la conexión entre porciones visibles del texto (Sedeño, 2010, p. 185).

Este estudio tomará en cuenta todos los aspectos anatómicos, técnicos, instrumentales y todo lo que se pueda suscitar para que el aprendizaje sea

realista e idóneo, de tal forma la herramienta se apegará a la realidad y estará apta para que el estudiante moderno capte toda esta información mediante los dispositivos que utilizan y saquen provecho de la tecnología para entender y aprender de mejor manera la teoría para ponerla en práctica con pacientes.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTADO DE LA CUESTIÓN**

Actualmente la educación básica tanto como la superior se enfrentan a nuevos retos debido a la constante actualización y cambios tecnológicos que se dan alrededor del mundo, haciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje más desafiante y complejo. Estos cambios exigen al docente adaptabilidad para impartir los conocimientos con formas nuevas, que generen mejores experiencias en los estudiantes, los desafíe y motive en su formación. Entre todos los recursos con los que se puede contar para cumplir todos estos objetivos, se encuentra el uso de medios didácticos en la educación superior.

#### **2.1 LA IMPORTANCIA DE LOS MEDIOS DIDÁCTICOS EN LA EDUCACIÓN**

##### **2.1.1 La Didáctica**

Etimológicamente “la palabra didáctica se deriva del griego didaskein: enseñar y tékne: arte, entonces, se puede decir que es el arte de enseñar” (Torres y Girón, 2009, p. 11). Entonces, la didáctica, como todo arte, será una habilidad que el docente debe poseer para enseñar. Por lo tanto, la didáctica en la educación no hace referencia a la teoría o al proceso de enseñanza, sino al cómo se lo va a enseñar.

Como ciencia, “la didáctica es el conjunto de técnicas y métodos dirigidos a la enseñanza, con el fin de lograr un aprendizaje eficaz por parte del estudiante” (Barrascout de León, 2004, p. 29). La didáctica de esta manera resulta ser una herramienta pedagógica práctica que complementa, incentiva y orienta el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dado que existe una gran variedad de recursos que se pueden utilizar en el contexto educativo para facilitar el desarrollo de las actividades formativas es importante distinguir que no todos los materiales han sido creados

didácticamente. De acuerdo con el Dr. Pere Marquès Graells, distinguimos los siguientes conceptos (Marquès, 2004, Los medios didácticos y los recursos educativos, párr. 2-3):

**Medio Didáctico:** son aquellos materiales que fueron elaborados con la intención de facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo un libro o un video tutorial que enseñe el proceso de un tema específico.

**Recurso Educativo:** es cualquier material que, en determinadas circunstancias, se puede utilizar con una finalidad didáctica. No fueron elaborados para enseñar, sin embargo, son recursos de apoyo, como un video reportaje que no es un material didáctico porque su función es la de informar.

### **Funciones de los Medios Didácticos**

Los medios didácticos favorecen la comunicación entre estudiantes y docentes, y generan entornos específicos para desarrollar las habilidades cognitivas. El mismo autor, Dr. Marqués, establece las siguientes funciones que cumplen los medios didácticos en la educación (Marqués, 2004, Funciones que pueden realizar los medios, párr. 2):

- **Proporcionar información:** básicamente todos los medios proporcionan información explícita.
- **Guiar el aprendizaje:** se caracterizan por instruir y guiar al estudiante mediante la información adecuadamente organizada y optimizada para relacionar los conocimientos y aplicarlos.
- **Ejercitar habilidades:** existen medios que permiten poner en entrenamiento determinadas habilidades o destrezas físicas o mentales.
- **Motivar:** un buen material didáctico tiene la capacidad de mantener el interés y despertarlo para generar mayor respuestas positivas y resultados.

- Evaluar conocimientos y habilidades: durante el proceso de aprendizaje existen los errores, donde es importante una retroalimentación para corregirlos y mejorar, con este método los medios didácticos permiten que el propio estudiante se evalúe, se de cuenta de sus fallas y las corrija de inmediato, de esta forma se obtiene una experiencia que lo adiestra eficazmente y ayuda en la formación de valores educativos; como es el caso de materiales multimedia que tutorizan las actuaciones de los usuarios o simuladores virtuales.
- Proporcionar entornos de simulación: la simulación ofrece entornos para la observación, exploración y la experimentación que ayudan a un mayor entendimiento de forma segura.
- Proporcionar entornos para la expresión y creación: un medio interactivo donde el usuario está en constante comunicación con el medio, propicia la estimulación de la creatividad e impulsa el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **Tipos de Medios Didácticos**

Conforme al portal Web de Tecnología Educativa, se ofrece la siguiente propuesta clasificatoria de los distintos medios didácticos (Area, 2010, p. 11):

Tabla 1

#### *Tipos de Medios y Materiales Curriculares*

<b>TIPOS DE MEDIOS Y MATERIALES</b>	<b>MODALIDAD SIMBÓLICA</b>	<b>MEDIOS Y MATERIALES INCLUIDOS</b>
MEDIOS MANIPULATIVOS	Estos medios serían el conjunto de recursos y materiales que se caracterizarían por ofrecer a los sujetos un modo de representación del conocimiento de naturaleza inactiva. Es decir, la modalidad de experiencia de	<u>Objetos y recursos reales:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Material del entorno (minerales, animales, plantas, etc.)</li> <li>- Materiales para la psicomotricidad (aros, pelotas, cuerdas, etc.)</li> </ul>

	<p>aprendizaje que posibilitan estos medios es contingente. Para ser pedagógicamente útil la misma debe desarrollarse intencionalmente bajo un contexto de enseñanza</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales de deshecho</li> </ul> <p><u>Medios manipulativos simbólicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloques lógicos, regletas, figuras geométricas y demás material lógico-matemático</li> <li>- Juegos y juguetes</li> </ul>
<p>MEDIOS TEXTUALES O IMPRESOS</p>	<p>Esta categoría incluye todos los recursos que emplean principalmente los códigos verbales como sistema simbólico predominante. En su mayor parte son los materiales que están producidos por algún tipo de mecanismo de impresión</p>	<p><u>Material orientado al profesor:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guías del profesor o didácticas</li> <li>- Guías curriculares</li> <li>- Otros materiales de apoyo curricular</li> </ul> <p><u>Material orientado al alumno:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Libros de texto</li> </ul> <p><u>Material de lectoescritura:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El cartel, cómic</li> <li>- Periódico, fotocopias</li> </ul>
<p>MEDIOS AUDIOVISUALES</p>	<p>Son todo ese conjunto de recursos que predominantemente codifican sus mensajes a través de representaciones icónicas. La imagen es la principal modalidad simbólica a través de la cual presentan el conocimiento</p>	<p><u>Medios de imagen fija:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retroproyector</li> <li>- Proyector de diapositivas</li> </ul> <p><u>Medios de imagen en movimiento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyector de películas</li> <li>- Televisión</li> <li>- Video</li> </ul>

MEDIOS AUDITIVOS	Emplean el sonido como la modalidad de codificación predominante. La música, la palabra oral, los sonidos reales, etc., representan los códigos más habituales de estos medios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cassettes</li> <li>- Discos</li> <li>- La radio</li> </ul>
MEDIOS INFORMÁTICOS	Se caracterizan porque posibilitan desarrollar, utilizar y combinar indistintamente cualquier modalidad de codificación simbólica de la información. Los códigos verbales, icónicos fijos o en movimiento, el sonido son susceptibles de ser empleados en cualquier medio informático	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordenador</li> <li>- Programas informáticos</li> <li>- Telemática</li> <li>- TV y videos interactivos</li> </ul>

Nota. Explicación y ejemplificación de los tipos de medios y materiales didácticos. Adaptado de Area, M. (2010). *Los medios de enseñanza: Conceptualización y Tipología*. San Cristóbal de la Laguna, España: Universidad la Laguna.

### 2.1.2 Las TIC como medios didácticos

Como vimos anteriormente, los medios didácticos son imprescindibles en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya no basta solamente la palabra oral en la docencia, siempre hacer uso de un medio hará una gran diferencia para alcanzar los objetivos curriculares y generar nuevas estrategias. Hoy en día, “los medios didácticos son de gran apoyo para la docencia, dado que los jóvenes viven en un mundo donde la imagen, tecnología, velocidad e inmediatez, son una prioridad” (Dugarte de Villegas y Guanipa, 2009, p. 113).

Esto ocurre debido a los constantes avances científico-tecnológicos que presionan al entorno social a cambiar aceleradamente y consecuentemente la educación superior debe adaptarse, optando por utilizar los medios

informáticos y los asociados a la tecnología como su principal herramienta didáctica. El resultado es una educación de calidad capaz de captar el interés, acorde a las necesidades de los estudiantes modernos, y donde la información está a total alcance y se transmite con facilidad.

Todo este tipo de medios tecnológicos e informáticos forman parte de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), los cuales se han ido integrando paulatinamente a la educación, cambiando el rol del docente y sus estrategias didácticas. En este contexto el término TIC se define como:

Dispositivos tecnológicos (*hardware* y *software*) que permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información que cuentan con protocolos comunes. Estas aplicaciones, que integran medios de informática, telecomunicaciones y redes, posibilitan tanto la comunicación y colaboración interpersonal (persona a persona) como la multidireccional (uno a muchos o muchos a muchos). Estas herramientas desempeñan un papel sustantivo en la generación, intercambio, difusión, gestión y acceso al conocimiento (Cobo, 2009, p. 313).

Las universidades no pueden permanecer al margen de las TIC y las deben incorporar en su metodología de enseñanza, a esto se suman los medios masivos (*mass media*) como la televisión, cine, prensa, redes sociales, radio, videojuegos, etc., que forman parte de nuestra cultura.

Todo esto permite que los medios no sean solo recursos facilitadores, sino también objetos de conocimiento para el estudiante y, por ende, es vital que vayan de la mano de libros y medios tradicionales en todas las áreas de formación académica. Como se plantea en la Revista Ciencias de la Educación (Dugarte de Villegas y Guanipa, 2009, p. 114):

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación no solo transforman el acceso a la información y las comunidades, sino que también aportan nuevos métodos de enseñanza que favorecen la memorización, diversión, acción y expresión de las emociones, la cual es imprescindible para que los procesos educativos puedan desarrollarse en el nuevo espacio social.

Las ventajas que se obtienen al aprovechar la tecnología y los medios adecuadamente son indiscutibles y aportan en la formación del estudiante como ciudadanos que sepan desenvolverse en la sociedad actual, volviéndolos independientes, participativos, solidarios, innovadores, creativos, asegurando su desarrollo y el futuro de las nuevas generaciones.

### **Integración de las TIC en la Educación**

Si bien es cierto, los dispositivos tecnológicos e internet han sido explotados a tal punto que si son mal empleados no contribuyen en una formación integral, al contrario, se vuelven herramientas de ocio que pueden causar adicción, perjudicar la vida cotidiana de las personas y limitar sus habilidades en vez de potenciarlas. Con más razón, es importante que la multimedia sea, a más de entretenimiento, una herramienta poderosa para impartir conocimientos y el pilar de este objetivo yace en la educación.

El uso de las TIC en la educación es de gran valor y su integración por medio de los docentes sigue un proceso evolutivo que, según la investigación *The Evolution of Teachers' Instructional Beliefs and Practices in High-Access-to-Technology Classrooms* [La evolución de creencias y prácticas educativas de los profesores en aulas de tecnología de alto acceso], sigue 5 etapas (Dwyer, Ringstaff, y Sandholtz, 1990, pp. 4-7):

- Acceso: aprende el uso básico de la tecnología.

- Adopción: utiliza la tecnología como apoyo a la forma tradicional de enseñar.
- Adaptación: integra la tecnología en prácticas tradicionales de clase, apoyando una mayor productividad de los estudiantes.
- Apropiación: actividades interdisciplinarias, colaborativas, basadas en proyectos de aprendizaje. Se llega a entender la tecnología y se la utiliza sin esfuerzo como herramienta para llevar a cabo un trabajo real.
- Invención: descubren nuevos usos para la tecnología o combinan varias tecnologías de forma creativa.

### **Las TIC en Pedagogía**

La autora Consuelo Belloch escribe que “la pedagogía, al igual que otras disciplinas científicas, encuentra en las TIC nuevas actividades profesionales”, estas son (Belloch, 2012, pp. 7-8):

- Análisis y evaluación de los recursos tecnológicos y su uso educativo.
- Integración de los medios de comunicación para lograr el aprendizaje.
- Diseño de estrategias educativas para favorecer la integración de recursos tecnológicos en diferentes ambientes de aprendizaje.
- Diseño de materiales multimedia para favorecer el proceso de enseñanza/aprendizaje.
- Desarrollo de materiales digitales.
- Diseño y evaluación de *software* educativo.
- Diseño, desarrollo y evaluación de modelos de educación presencial y a distancia.
- Diseño, aplicación y evaluación de los recursos tecnológicos.
- Planificación y diseño de cursos apoyados en la tecnología.
- Desarrollo, implementación y evaluación de cursos mediados por la tecnología.

Estos campos permiten innovar las metodologías y estrategias didácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje para que la educación universitaria sea impartida por los docentes de manera interactiva y dinámica. Finalmente, se logrará “persuadir a los estudiantes hacia buenas prácticas académicas con dispositivos tecnológicos y recursos digitales y estas acciones promoverán la incorporación de las TIC en el aprendizaje” (Aranibar, 2013, p. 8).

### **2.1.3 Multimedia como medios para aprender y enseñar**

Belloch (2015, p. 2) define a la multimedia como “el uso de múltiples tipos de información (textos, gráficos, sonidos, animaciones, videos, etc.) integrados coherentemente.” Desde los niveles más básicos de la multimedia en la educación, las imágenes fotográficas y los textos son “recursos esenciales y necesarios para el desarrollo de actividades en las aulas, tanto en el ámbito de la investigación como en los niveles lúdicos y creativos” (Sánchez, 2009, p. 203).

El apoyo de la fotografía en los textos se ha vuelto parte de nuestras vidas, las imágenes se cruzan a diario con nosotros, aportando información, permitiendo apreciar, soñar y reflexionar sobre diferentes aspectos.

Si bien la fotografía, con su carácter llamativo, contribuye en la educación, no se diga al pasar de imágenes estáticas a imágenes en movimiento (video, cine, animación), el estudiante encontrará mucha más información, representaciones mucho más completas y fieles a la realidad. “Un vídeo analizado y criticado en clase desde el momento de su diseño y producción, permite a los estudiantes un nivel de mayor aprendizaje por su participación e interés” (Sánchez, 2009, p. 204).

Se necesitan entonces estrategias pedagógicas para que el docente integre adecuadamente la multimedia en el aula de clase, las adecuadas para que los

estudiantes se motiven, participen en el proceso formativo, mantengan la atención y cooperen con los demás mediante la interacción. Aprovechando así el poder atractivo de la imagen como estimulante sobre los seres humanos que tendemos a ser seres muy visuales, esto implica que se enseñe a observar y a comprender el texto de las imágenes bien sean estáticas o en movimiento.

## **2.2 EL LENGUAJE VISUAL Y LA ANIMACIÓN DIGITAL**

### **1.2.1 Lenguaje Visual: imágenes e interpretación**

Las TIC utilizan en su mayor parte recursos visuales dentro de su estructura didáctica. El uso acertado de las imágenes para transmitir información es clave para que el mensaje sea correctamente enviado y a su vez lo facilita, ya que el lenguaje visual que emplea se convierte en global y puede llegar a ser comprendido en todo el mundo, pues la barrera del idioma se elimina.

Es por este motivo que la comunicación visual es clave durante este proceso, pues dependiendo de esta se tendrá éxito en la transmisión de la información, el mensaje, valores, enseñanzas, etc. Para entender, se define el concepto de comunicación visual como “el sistema de transmisión de señales cuyo código es el lenguaje visual” (Acaso, 2009, p. 24).

La vista es el sentido que se utiliza para captar la información de este lenguaje y, como es bien sabido, una imagen dice más que mil palabras, pero la diferencia se marca cuando a más de ver, se observa o mira algo con la intención de obtener una reflexión y entendimiento, los medios como el video, el computador y el internet han centrado su función en el tratamiento de la imagen tanto estática como en movimiento (animación), posibilitando la creación de ambientes favorables para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Sánchez, 2009, p. 198).

Toda imagen busca comunicar algo y, por tanto, es una construcción visual donde varios factores, como el color, la forma, las texturas, etc., se conjugan con una intención comunicativa que forma el mensaje visual (Asinsten, 2010, p. 9). Cada individuo se encarga de decodificar este mensaje implícito en las imágenes, pues tan solo son representaciones que sustituyen la realidad a través del lenguaje visual, esto se da gracias a la interpretación. Según la autora María Acaso (2009, p. 33):

Interpretar consiste, de modo genérico, en otorgar cierto significado a las cosas, sean la realidad o sean representación. Dentro del campo de la semiología de la imagen, interpretar consiste en otorgar significado a las representaciones de carácter visual. El protagonista, en este caso, es el receptor, quien aporta su experiencia personal en cada representación y consume el mensaje en determinado contexto (...). En el acto de interpretación, la representación en sí desaparece; al interpretar, el espectador realiza un acto de significación y da un nuevo sentido a lo representado.

Dependerá entonces de la imaginación y memoria del individuo para construir el mensaje y es vital que la imagen se componga adecuadamente para que no se malinterprete el mensajes y/o la información.

Leuba (2011, p. 26) afirma, “Componer significa agrupar y ordenar los elementos visuales de la imagen para obtener un efecto estético, informativo y narrativo”. Es decir, la manera como los elementos se colocan para el propósito del mensaje y esto a su vez influye en la información que se transmite. Así es como se construye el significado en una imagen, el comunicador visual tiene la oportunidad de componer la imagen de manera creativa para ejercer el mayor control posible y expresar su mensaje para que sea recibido e interpretado apropiadamente.

En la enseñanza y la comunicación, la imagen es la mejor herramienta que la multimedia posee e incide positivamente en su crecimiento. En la Revista del Instituto de Estudios Superiores en Educación Universidad del Norte dice que (Sánchez, 2009, p. 198):

El uso apropiado de la imagen produce en los estudiantes mensajes de fácil recordación frente a aquellos que son emitidos verbalmente: la fotografía, el cine, la televisión y el computador, entre otros, utilizan la imagen como medio para transmitir mensajes, que aplicados bajo estrategias pedagógicas apropiadas en el aula, posibilitan la enseñanza y el aprendizaje de una manera más agradable y significativa.

### **2.2.2 La Animación Digital**

“La animación digital es la creación de la ilusión de movimiento, al visionar una sucesión de imágenes fijas generadas por computadora” (Barrascout de León, 2004, p. 1). Antes de la llegada de las computadoras, la animación se realizaba sobre papel, un proceso totalmente manual donde entraba en juego la filmación de secuencias dibujadas. La autora María Paz Gil escribe:

La animación convencional está basada generalmente en la técnica fotograma a fotograma y se usa principalmente para la producción de dibujos bidimensionales. Pero la animación también existe sin movimiento, por ejemplo: metamorfosis (un objeto se transforma en otro), cambios de color, cambios de la intensidad de la luz (Gil, s.f., p. 2).

La multimedia ha permitido la propagación de la animación digital en el cine mediante películas, los videojuegos, la publicidad, aplicaciones interactivas y el internet; la sociedad actual esta en total contacto con la animación digital que se ha vuelto parte de sus vidas cotidianas y es una de las formas más amigables para transmitir información y para el entretenimiento.

## Técnicas de Animación

La animación se la puede dividir en dos técnicas globales: la animación clásica y la animación generada por computadora, a su vez puede ser bidimensional (2D) o tridimensional (3D). A continuación se describen las más comunes (Gutiérrez, 2006, pp. 71-73):

- Animación Clásica: genera la secuencia de imágenes por métodos pictóricos, lo que se entiende por una imagen “dibujada”, formada por píxeles cuya coloración se asigna manualmente o semiautomáticamente por mecanismos sencillos guiados de forma manual (por ejemplo, sistemas de relleno automático). No emplea ningún tipo de síntesis para conseguir efectos de profundidad y perspectiva, sino que es labor de los dibujantes conseguir esas sensaciones por técnicas manuales.

Las imágenes deben generarse una por una, aunque esta tarea suele distribuirse en varios niveles; separando el dibujo de momentos claves en la acción de los personajes, el dibujo de los fondos (que usualmente no cambian de un fotograma a otro) y las tareas de interpolación y coloreado de cada imagen.

- *Keyframing*: se refiere a establecer posiciones en puntos específicos de tiempo en una animación y la parte intermedia la obtiene la computadora por medio de interpolación matemática. Es necesario hacer un “keyframe” para cada control en cada nivel de la jerarquía del modelo.
- *Rotoscopía*: consiste en capturar un movimiento real y utilizar esa información para mover un diseño generado por computadora. La captura de los datos del movimiento real incluye:

- Identificación y marcado de los puntos de referencia, normalmente son las articulaciones y se suelen marcar con círculos de tela de un color vivo, pelotas de ping-pong.
- Realización de movimientos y recogida de datos (mediante múltiples cámaras de video, traje de datos, etc.).

A continuación, y una vez digitalizada la información, se aplica al modelo generado por computadora para controlar su movimiento. Mediante esta técnica se consiguen movimientos de gran realismo, ya que al fin y al cabo se está copiando el movimiento real. En este caso se obtienen la posición y el ángulo de los puntos clave de imágenes reales y se trata de hacer converger los modelos en computadora con ellos.

- *Motion Capture*: esta técnica es muy utilizada actualmente, sobre todo en sets virtuales y en cine. Consiste en obedecer posiciones clave de manera automática a partir de un actor real por medio de dispositivos que se conectan al cuerpo.

Otras técnicas destacadas son (Castillo, 2013, pp. 96-97):

- *Stop Motion* o Animación Corpórea: en esta técnica, la representación de imágenes en movimiento se da mediante la realización a mano de objetos tridimensionales donde se graban las poses, de los personajes u objetos, cuadro a cuadro para luego ser juntadas en una secuencia. Entre los materiales utilizados para esta técnica destacan la arcilla, la silicona, la masilla plástica, la esponja, la plastilina, entre otros. El material que se elija debe adaptarse a los movimientos óptimamente.
- Animación Computarizada: dentro de esta se engloba a la animación 2D, que se logra a través de objetos o personajes bidimensionales (largo y ancho), y La animación 3D, que se realiza con figuras tridimensionales

(largo, ancho y profundidad).

- La técnica de animación computarizada 2D se la utiliza generalmente en la producción de series animadas de TV debido a su bajo costo de producción en relación a las técnicas de animación tradicional y las de animación 3D. La principal ventajas que tiene es la automatización del movimiento de los objetos animados. Entre los paquetes de programas más utilizados en el mercado están: Toon Boom®, Adobe® Flash® y After Effects®.
- La técnica de animación 3D por computador se crea a través del movimiento de personajes u objetos virtuales tridimensionales. El realizador trabaja con la forma, el tamaño, la textura y color. Luces y cámaras virtuales son creadas para la realización de las animaciones. El animador 3D se lo puede definir como una persona multifacética, ya que hace procesos de escultura, fotografía y dirección. Entre los programas más utilizados están: Autodesk® Maya®, Autodesk® 3DMax®, Blender®, Lightwave®.

### **Procesos de elaboración de la Animación 3D**

La animación por computadora en 3D requiere de un proceso complejo y específico para lograr sus objetivos, necesita equipo de trabajo amplio, conocimientos técnicos y creatividad artística, además requiere de una planificación detallada y una metodología de trabajo adecuada para las etapas de diseño (ver Figura 1) (Marx, 2007, pp. 27-28):

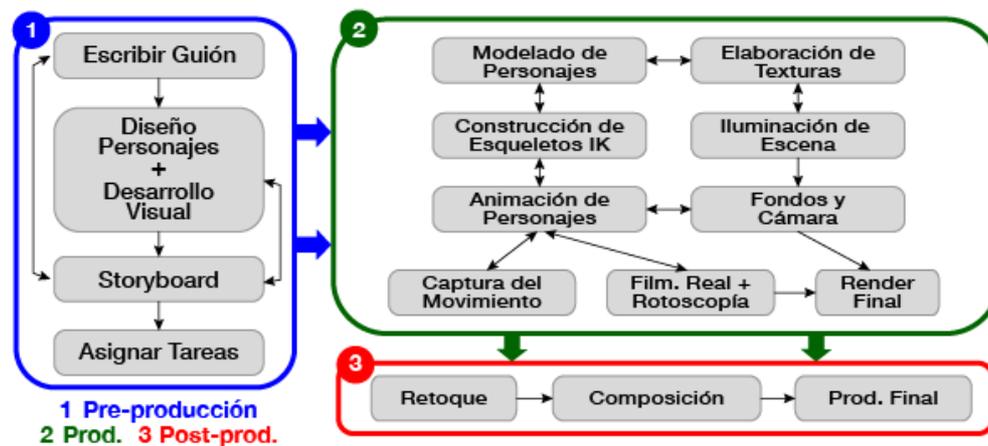


Figura 1. Esquema que desglosa cada etapa del diseño de una animación en el orden mas efectivo para su realización. Tomado de Gutiérrez, J. (2006). *Técnicas de Animación en 3D y Efectos Especiales*. (monografía de titulación). México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- **Desarrollo:** aquí nace el concepto, ya sea una idea que surja de la mente de uno mismo o adaptadas de producciones existentes, guiones, libros, etc. Esta etapa de desarrollo puede durar un buen tiempo hasta que el concepto sea aprobado para su producción, tenga lo necesario para que el mensaje que se quiera transmitir sea correcto y logre cumplir todos los objetivos planteados.
- **Escribir un Guión:** se sintetiza la idea en una sinopsis que condense lo que se quiere contar o transmitir, de esta manera se establece una línea de tiempo cronológica de la historia, para luego de ser aprobada, se desglose detalladamente en un guión literario que lo defina por escenas, locaciones, y todo los ítems de producción que deban tomarse en cuenta. El guión pasara por varios borradores antes de obtener uno definitivo.
- **Grabación de audio y/o voz:** siguiendo el guión se determinan los sonidos necesarios para la producción (diálogos, voz en *off*, efectos *foley*, musicalización) que deberán ser grabados en un estudio. Una vez digitalizados se adjuntarán a la animación final en la post-producción.

- *Storyboard*: el guión aprobado se entrega a los artistas del guión gráfico (*storyboard*) para crear la plantilla principal, que será la guía visual para el resto del proceso de animación. Adicionalmente de la representación gráfica de la posición de las cámaras, personajes en escena y acciones, se deben incluir detalles de los movimientos de cámara y transiciones que se harán entre las escenas y toda información adicional para la animación.
- Diseño de personajes y ambiente visual: usualmente, al mismo tiempo que se desarrolla el *storyboard*, un diseñador se encargará de establecer la apariencia y estilo visual de la animación, los fondos principales, los objetos, accesorios y los personajes.
- Producción: esta etapa incluye la creación de todos los fondos, personajes y todo elemento que aparezca en la animación, mediante el uso de un *software* generador de gráficos en 3D. También, se elaboran texturas de todos los objetos, se construyen los esqueletos para animar los personajes modelados en 3D, se ilumina y se definen las cámaras que se usarán en la escena y, finalmente, se realiza la composición de todo lo anterior, la animación de los personajes, cámaras, etc., y se envía para el render final.
- Post-Producción: la animación completada se revisa para detectar posibles errores, se hace la corrección de color, se ajustan problemas de sincronización, los diálogos, efectos de sonido, música, efectos especiales y otros elementos se editan en conjunto para obtener el producto final.

## **2.3 LA ANIMACIÓN COMO MEDIO DIDÁCTICO EN EL ÁREA DE SALUD**

El desarrollo tecnológico ha permitido un incremento en la habilidad de producir animaciones generadas por computador a una velocidad y costo aceptable. Se abren grandes puertas para nuevas oportunidades en los medios que exponen las animaciones, comercialmente o para entretenimiento, a la sociedad.

Este continuo contacto familiariza a las personas con esta técnica y permite que se expanda su aplicación fuera del ámbito publicitario y de entretenimiento, su demanda incrementa y es aceptada sobre los medios tradicionales. Stuart Mealing declara que las cosas en el mundo real se encuentran en continuo movimiento y la habilidad de reproducir o simular esto con gran calidad supera toda expectativa sobre la imagen estática (Mealing, 1998, p. 23).

Las animaciones poseen una flexibilidad de simulación tan amplia, que también se puede utilizar para realizar efectos especiales, dinámicas de fluidos, partículas, infografía animada para visualizar datos de todo tipo, en la reconstrucción de accidentes, como material didáctico, en simulaciones médicas, etc. Este estudio se enfoca en las aplicaciones educativas y médicas.

### **2.3.1 Aplicaciones Educativas**

El uso de material de video en la educación ha crecido con la tecnología y, por naturaleza, la animación por ordenador se ha convertido en una de las herramientas de producción. El aumento de los programas educativos, específicamente mostrados en televisión, como la *Open University* en el Reino Unido, ha creado un mercado que puede requerir tanto animaciones de gama alta o baja (Mealing, 1998, p. 43).

A veces, la presentación animada puede ser simplemente gráficos de negocios, con barras estadísticas y similares, pero en una situación de aprendizaje estas técnicas básicas de visualización pueden ser apropiadas, y mientras que el

presupuesto educativo rara vez es alto, si los tiempos de producción son menos apresurados entonces se puede economizar más (Mealing, 1998, p. 43).

Este medio es entonces muy accesible y útil para implementarse en la metodología de enseñanza. El uso de recursos gráficos lleva implícitas una serie de ventajas como, por ejemplo (Muñoz y González, 2009, p. 45):

- Permiten al estudiante centrar su atención.
- Sirven para confirmar interacciones.
- Ayudan a clasificar y distinguir hechos.
- Permiten la reducción de la cantidad de lenguaje escrito.
- Pueden servir para enfatizar contenidos.
- Muestran de forma clara conceptos que serían más difíciles de entender de forma textual por los estudiantes.
- Son relativamente fáciles de incorporar en los eventos de aprendizaje.

La imagen en movimiento o animación aporta en la educación en todos sus niveles y la tecnología ha sido el medio que ha permitido que esto sea posible, por esta razón es importante desarrollar un producto didáctico para que se potencie la capacidad educativa que una animación tiene por ofrecer, en especial porque es un medio que llama y capta mucho la atención, asimismo, “proporciona al receptor una experiencia unificada y moviliza la sensibilidad a través de estímulos afectivos, por lo cual resulta recomendable su utilización para la educación” (Esquivel, 2010, párr. 4).

Una de las maneras de aprovechar al máximo una animación en 3D es implementarla y presentarla a manera de un videojuego, ya que este ambiente lo convierte en un medio amigable, divertido y llamativo que despierta las ganas del estudiante de aprender a manera de un reto donde se desarrolla su

competitividad y el consiguiente éxito en las tareas que enfrenta. Marcano indica:

La implementación de videojuegos para el logro de objetivos educativos es una iniciativa que día a día cobra más adeptos. En Reino Unido, por ejemplo, se encuentran instituciones como *Futurelab*, *Innovation in education* [innovación en la educación] que se dedican a la creación de videojuegos para la educación, su implementación y la evaluación de los resultados con relación a los objetivos de la enseñanza. En España se encuentran instituciones y organizaciones dedicadas a estudiar y estimular el uso de videojuegos con fines educativos, se pueden citar: la Universidad de Alcalá y su trabajo conjunto con *Electronics Arts* (empresa de diseño y producción de videojuegos comerciales): Aprende y Juega con EA, proyecto dedicado al estudio y exposición de resultados del uso didáctico de los videojuegos, e igualmente se hacen recomendaciones para padres y la población en general (Marcano, 2008, pp.100-101).

### **2.3.2 Aplicaciones médicas**

La comunidad médica está desarrollando usos para la tecnología de la realidad virtual y se ha aferrado con fuerza al nuevo paradigma. El señor Jovanhy Gutiérrez escribe:

El paciente virtual básico es una imagen multidimensional generada y animada por computadora, compuesta por tiras o rebanadas dibujadas desde diferentes ángulos del cuerpo de una persona real (...). En la medicina se puede notar que los avances en el *software* han hecho posible para los equipos de cirujanos, practicantes y personal de diagnóstico, compartir cuartos de examen virtuales con fines de diagnóstico y consulta. Ahí se pueden explorar e interaccionar los modelos para determinar los medios más efectivos en el tratamiento de

pacientes, esto ocurre antes de que la cirugía u otras medidas drásticas sean tomadas (Gutiérrez , 2006, p. 125).

El proyecto se centra en el área de salud odontológica buscando diseñar y crear una animación 3D didáctica, que sea un complemento educativo en el proceso enseñanza-aprendizaje, material que será usado e impartido por los docentes a los estudiantes y en donde se compruebe todo lo mencionado anteriormente.

Además, una animación 3D se asemeja más a la realidad práctica y apoyará a la familiarización del estudiante con las herramientas y acciones que deba realizar en un paciente real. La animación enseñará al estudiante de odontología cómo se realiza una endodoncia en molares inferiores con la técnica de instrumentación *Crown Down*.

Adicionalmente, es una oportunidad para aplicar todo el conocimiento que he aprendido durante estos años sobre la animación 3D, modelado, texturización e iluminación. La autora Sandra Castillo menciona que:

Estas herramientas virtuales apoyan una tecnología de alta calidad y una esperanza para los docentes en la transmisión de los conocimientos, así como una posibilidad de experimentar situaciones de aprendizaje clínico. No se debe olvidar que estas herramientas virtuales han sido vistas por los estudiantes como una ayuda, mas no como reemplazo de los métodos de enseñanza tradicionales (Castillo, 2011, pp. 100-101).

Sin embargo, la multimedia continúa desarrollándose y su importancia en la sociedad hará que los métodos de enseñanza modernos sean más que un soporte y se conviertan en herramientas totalmente pedagógicas para la

educación superior, por eso es importante incentivar el uso de la tecnología y beneficiarnos de sus alcances.

Cabe recalcar que el proyecto centrará su aplicación en la odontología, pues al ser una carrera mayormente práctica, la diversidad de tratamientos y procedimientos no tienen una sola forma de realizarse, más bien, existe una variedad de métodos que se han desarrollando a lo largo del tiempo.

Como demostración del alcance del proyecto, la carrera de odontología se presenta ideal para la creación de un material audiovisual didáctico en 3D que cubra las necesidades de estudiantes, docentes e, incluso, pacientes. A continuación, es importante poner en conocimiento todo aquello que está involucrado en el área en que este producto centrará su atención.

## **2.4 APLICACIÓN EN LA ODONTOLOGÍA**

### **2.4.1 Morfología Dental**

Para mayor comprensión se cubrirán algunos conceptos de las partes implicadas en donde acontece la endodoncia. Soares y Goldberg definen (2012, pp. 25-26):

- **Pulpa:** es un tejido conjuntivo laxo de características especiales, que mantiene relación íntima con la dentina, que la rodea y con la que constituye una unidad funcional denominada complejo pulpodentinario. La pulpa, que ocupa la cavidad central del diente –cámara pulpar y conducto radicular- se comunica con el ligamento periodontal a través del foramen apical o de foráminas apicales, inclusive por medio de eventuales conductos laterales, por los que pasan los elementos vasculares y nerviosos (ver Figura 2).

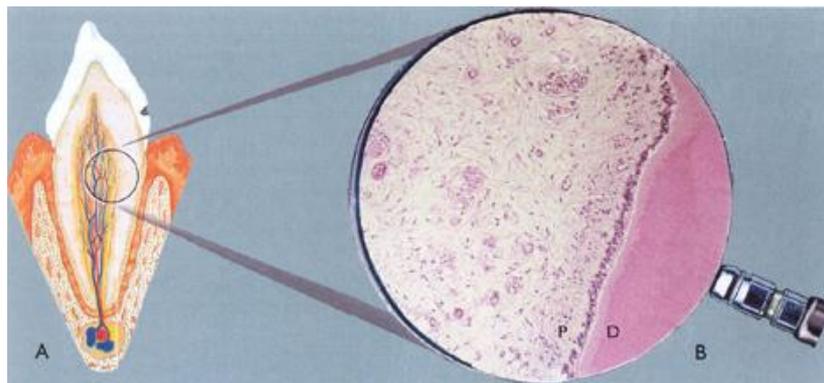


Figura 2. (A) Esquema de un canino inferior en el que es posible observar la relación de la pulpa con la dentina que la circunda y con los tejidos perirradiculares, a través de los forámenes apical y lateral. (B) Microfotografía del complejo (D) dentina - (P) pulpa. Tomado de Soares, I., y Goldberg, F. (2012). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. (2.a edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

- Tejidos Perirradiculares: el periodonto de inserción es el aparato de sostén del diente en el alvéolo y está constituido por cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar fasciculado (lámina dura). Estos tejidos, originados del mismo componente embrionario –el folículo o saco dental, conforman una unidad funcional mantenida, en el diente adulto, por la actividad metabólica del ligamento periodontal (ver Figura 3). Este complejo tisular, en la región del ápice radicular o periápice, se denomina tejido periapical.

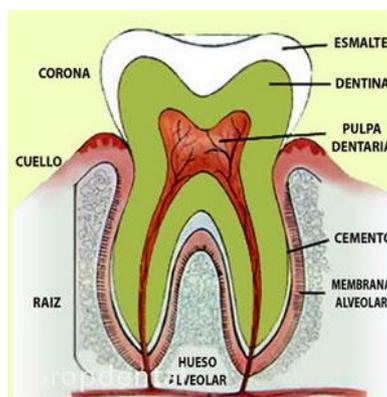
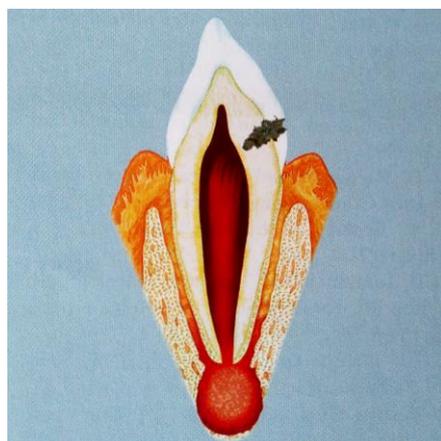


Figura 3. Esquema de un molar inferior que muestra sus partes internas. Tomado de Soares, I., y Goldberg, F. (2012). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. (2.a edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

## 2.4.2 Enfermedades de la Pulpa Dental

Los dientes comparten el microambiente de la cavidad bucal con centenares de especies bacterianas. Cuando el esmalte y la dentina están intactos protegen la pulpa. Si esa protección se rompe, algunos microorganismos pueden llegar a esta. Aunque hay varios caminos para que las bacterias lleguen a la pulpa, el modo más frecuente es mediante la caries (ver Figura 4), en la cual poco a poco se aproximan hasta alcanzarla (Soares y Goldberg, 2012, pp. 27-28).



*Figura 4.* Esquema de un canino inferior que muestra una caries y sus consecuencias sobre los tejidos pulpar y perirradicular. Tomado de Soares, I., y Goldberg, F. (2012). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. (2.a edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

La Dra. Arelys Villasana concuerda con el resto de autores en clasificar las enfermedades pulpares en inflamatorias o pulpitis, regresivas y degenerativas o pulposis; y muerte pulpar o necrosis (Villasana, 2000, pp. 3-15):

- Pulpitis Reversible: también llamada como pulpalgia hiperreactiva, hipersensibilidad o hiperemia. En este, la pulpa se encuentra vital inflamada (con predominio crónico) y con capacidad de repararse una

vez que se elimine el factor irritante.

- **Pulpitis Irreversible:** también llamada como pulpitis aguda y pulpitis crónica. En este, la pulpa se encuentra vital, inflamada, pero sin capacidad de recuperación, aún cuando se hayan eliminado los estímulos externos que provocan el estado inflamatorio. Es un estado irreversible, ya que se degenerará poco a poco y ocasionará necrosis y destrucción reactiva (sin capacidad regenerativa).
  
- **Necrosis Pulpar:** es la descomposición séptica o no, del tejido conjuntivo pulpar que cursa con la destrucción del sistema microvascular y linfático de las células y, en última instancia, de las fibras nerviosas. Por lo tanto, es la muerte de la pulpa donde cesa todo su metabolismo y toda capacidad reactiva. Es una secuela de la inflamación aguda o crónica de la pulpa o de un cese inmediato de la circulación debido a una lesión traumática.

Al ser diagnosticada una de estas patologías, es necesario un tratamiento adecuado para salvar la pieza dental, es aquí donde la endodoncia entra en acción.

### **2.4.3 Endodoncia**

Canalda y Brau la definen como:

La endodoncia, como conjunto de conocimientos metódicamente formado y ordenado, constituye una ciencia, integrada en el conjunto de las ciencias de la salud. Su objetivo es el estudio de la estructura, la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares (...). El ámbito de la endodoncia incluye el diagnóstico diferencial y el tratamiento del dolor buco-facial de origen pulpar y

periapical; los tratamientos para mantener la vitalidad de la pulpa; los tratamientos de conductos radiculares cuando es inviable conservar su vitalidad o cuando existe necrosis de la misma, con o sin complicación periapical; los tratamientos quirúrgicos para eliminar los tejidos periapicales inflamatorios consecuencia de patología pulpar, así como la resección apical, la hemisección y la radicectomía; tratamiento de la afectación de la pulpa consecutiva a traumatismos, así como reimplante de dientes avulsionados; blanqueamiento de dientes con alteraciones del color; retratamiento de dientes que presentan un fracaso de un tratamiento endodóncico previo, y restauración de la corona dental mediante procedimientos que implican pernos y muñones situados en la zona antes ocupada por la pulpa (Canalda y Brau, 2006, p. 1).

### **Tratamiento Endodóntico**

El tratamiento endodóntico es un tratamiento quirúrgico que es “realizado en la cavidad pulpar, esto es, en un campo operatorio de dimensiones muy reducidas, sin iluminación, y por consiguiente, con poquísima o ninguna visibilidad, con morfología y dimensiones impares” (Soares y Goldberg, 2012, p. 61), lo cual exige un planeamiento cuidadoso y un procedimiento con características muy especiales:

- **Aislamiento:** como todo procedimiento quirúrgico, la endodoncia se acata a la asepsia del campo operatorio, más aún, en un campo bañado de líquido contaminado como es la saliva, que inutilizaría todos los procedimientos que dieron por resultado la esterilización, o la desinfección del instrumental y el material por emplear (Soares y Goldberg, 2012, p. 85).

El aislamiento absoluto a través del dique de goma (ver Figura 5) impide que la saliva alcance la cavidad pulpar (campo de trabajo del endodoncista).

Esto permite el mantenimiento de las condiciones de asepsia y facilita los procedimientos de antisepsia; mejora la visibilidad y se constituye en una protección inigualable para evitar la deglución o la aspiración de instrumentos o productos químicos utilizados durante el tratamiento (Soares y Goldberg, 2012, p. 85).

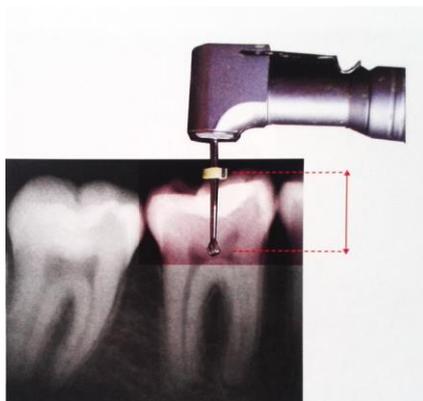


*Figura 5.* Manera correcta de colocar un dique de goma para lograr un correcto aislamiento. Tomado de Soares, I., y Goldberg, F. (2012). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. (2.a edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

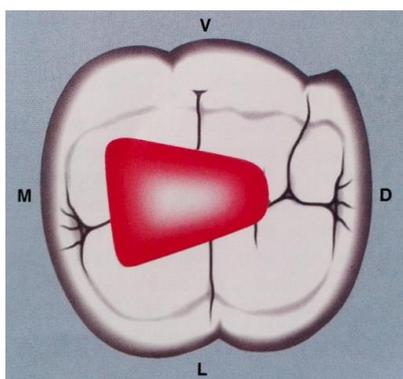
- Acceso a la cámara pulpar y al conducto (grupo de los molares inferiores):
  - Determinación de la longitud del trabajo: antes de realizar el acceso cameral y determinar la longitud del trabajo, se procede con la medición aparente de esta zona de trabajo a través de una radiografía inicial y asegurar un margen de seguridad para tratar a la pieza (Torabinejad y Walton, 2010, p. 252).

El acceso al conducto radicular es un conjunto de procedimientos que van a posibilitar la llegada al interior de la cavidad pulpar, y comprende (Soares y Goldberg, 2012, pp. 123-124):

- Apertura coronaria: una vez medida la distancia entre el borde de la corona y el piso de la cámara pulpar, se procede a perforar con una fresa (ver Figura 6) mediante la forma de conveniencia, que para la apertura de los molares inferiores es la de un trapecio, con la base mayor hacia el mesial y la base menor hacia distal (ver Figura 7), y se obtendrá con la eliminación del techo de la cámara. La forma trapezoidal recomendada es solo una de las posibilidades y se la estableció como modelo didáctico.

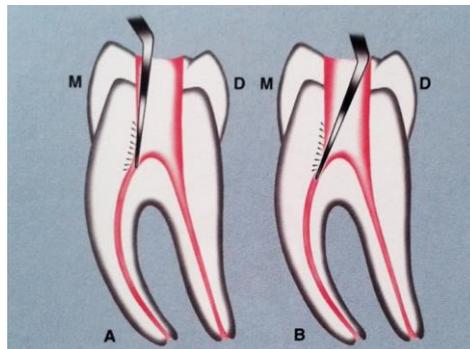


*Figura 6.* La fresa tiene un tope que limita su profundidad, y superpuesta a la radiografía preoperatoria de un molar inferior, permite observar que no llegará al piso de la cámara pulpar. Tomado de Soares, I., y Goldberg, F. (2012). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. (2.a edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.



*Figura 7.* Forma de conveniencia para la apertura de los dientes del grupo de los molares inferiores. Tomado de Soares, I., y Goldberg, F. (2012). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. (2.a edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

- Limpieza de la cámara pulpar: la limpieza se complementa con la irrigación con agua oxigenada de 10 volúmenes o hipoclorito de sodio de entre 1 a 5% en cantidad suficiente como para eliminar por completo los restos pulpaes, detritos y sangre. Toda negligencia en este procedimiento podrá generar el oscurecimiento de la corona dentaria (Soares y Goldberg, 2012, p. 124).
- Localización y preparación de la entrada del conducto radicular: con la cámara pulpar limpia y seca, puntos hemorrágicos (en las pulpectomías) u oscuros (en caso de dientes con pulpa mortificada) localizados en los ángulos pulpoaxiales del piso revelarán, casi siempre, las entradas de los conductos. El uso de la sonda exploradora recta y afilada confirmará su localización (ver Figura 8). La presencia de un conducto estrecho indica la posible existencia de otro; las radiografías con diferentes angulaciones ayudan a identificarlos (Soares y Goldberg, 2012, pp. 124-126).

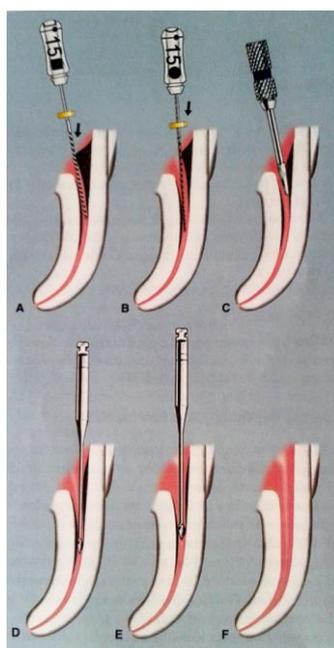


*Figura 8.* Localización de las entradas de los conductos de los molares inferiores. (A) La sonda exploradora apenas inclinada tiene dificultad para localizar los conductos mesiales resguardados por la convexidad de la pared mesial. (B) El instrumento inclinado ligeramente hacia distal alcanza su objetivo. Tomado de Soares, I., y Goldberg, F. (2012). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. (2.a edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

- Preparación del tercio cervical: una vez concluida la preparación de la entrada del conducto, se puede iniciar la del tercio cervical, se inicia con una exploración con un instrumento endodóntico fino (una lima tipo K

#10 o #15), calibrado de modo que no alcance el tercio apical, esto proporcionará información sobre el número, la dirección, el diámetro de los conductos y, además, detectará la existencia de interferencias, curvaturas, etc (Soares y Goldberg, 2012, p. 131).

El mismo instrumento señalará la inclinación adecuada para el acceso y orientará la selección del calibre de los instrumentos rotatorios que se utilizarán en su preparación (ver Figura 9). En continuidad, se debe realizar la preparación del tercio cervical, que modificará su aspecto y sus dimensiones y le dará la forma de un embudo, lo que facilitará el acceso directo a los tercios medio y apical (ver Figura 10) (Soares y Goldberg, 2012, p. 131).



*Figura 9.* Preparación del tercio cervical con las fresas de Gates-Glidden. El instrumento explorador (A) indica la amplitud y la inclinación de la entrada del conducto. En conductos delgados, la lima de Heström (B) prepara el espacio para el abridor de orificio (C). A su vez, este instrumento amplía la entrada del conducto para el uso de la fresa de Gates-Glidden. En (D), la fresa de Gates-Glidden #1 penetra a mayor profundidad que la #2 (E). En (F), el acceso está concluido. Tomado de Soares, I., y Goldberg, F. (2012). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. (2.a edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

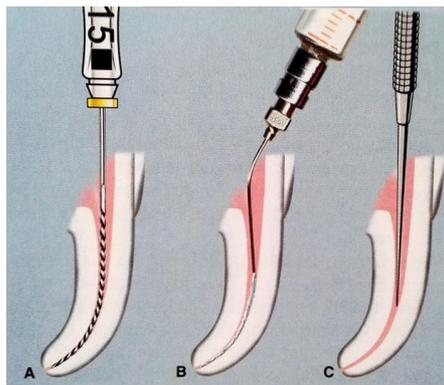


Figura 10. La preparación del acceso facilita la instrumentación (A) y la irrigación (B) y contribuye a una mejor condensación lateral durante la obturación (C). Tomado de Soares, I., y Goldberg, F. (2012). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. (2.a edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

- Preparación del conducto radicular: una vez concluidas las etapas de apertura, limpieza de la cámara pulpar, localización y preparación de las entradas a los conductos y del tercio cervical, el diente ofrecerá las condiciones para que se inicie la terapia del conducto radicular (Soares y Goldberg, 2012, p.141).

La preparación del conducto, constituida por un conjunto de procedimientos mecánicos (preparación mecánica) y con el auxilio de productos químicos (preparación química), tiene por finalidad limpiar, conformar y –en casos de dientes con pulpa mortificada- también desinfectar el conducto radicular y así crear condiciones para que pueda obturarse. Como partícipes de esta etapa, los instrumentos endodónticos desempeñan un papel de extraordinaria importancia (Soares y Goldberg, 2012, p. 141).

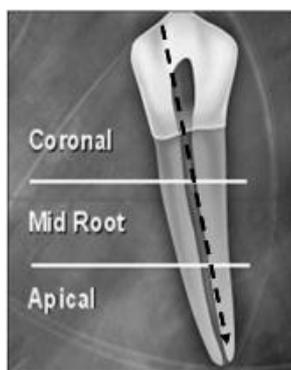
- Obturación: consiste en el llenado de la porción conformada del conducto con materiales inertes o antisépticos que promuevan un sellado tridimensional y estimulen el proceso de reparación o no interfieran con este.

Es un proceso de importancia fundamental, pues al ocupar el espacio creado por la conformación, la obturación impide la supervivencia de los microorganismos, evita el estancamiento de líquidos, ofrece condiciones para que se produzca la reparación y contribuye así, de manera decisiva, con el éxito de la terapéutica endodóntica (Soares y Goldberg, 2012, pp. 225).

### **Técnica de instrumentación *Crown Down***

Como se mencionó anteriormente, los instrumentos son de vital importancia en el tratamiento endodóntico y existen varias técnicas manuales y mecánicas para realizar dicho tratamiento, sin embargo, el material didáctico a realizarse se enfocará en la técnica manual denominada *Crown Down*, o técnica Corono-apical, corono radicular, anterógrada.

Para realizar esta técnica, el Prof. Juan Segura especifica que “se preparan primero las zonas coronal y media; luego se hace la conductometría y se progresa hasta la constricción apical” (Segura, s.f.) (ver Figura 11).



*Figura 11.* Especificación de las zonas donde se trabaja la técnica Corono-apical. Tomado de Segura, J. (2010). *Preparación Biomecánica de los Conductos: Técnicas Manuales de Instrumentación.* (3ª Parte). Sevilla, España: Universidad de Sevilla.

La endodoncia al ser un procedimiento quirúrgico que se realiza en un área relativamente pequeña y con poca iluminación, resulta un gran reto y requiere de mucha precisión y práctica, por esta razón, una animación tridimensional e instructiva ayudará en gran medida a los estudiantes, permitiéndoles ver el procedimiento en detalle y sin ninguna obstrucción.

## **CAPÍTULO III DISEÑO DEL PROYECTO**

### **3.1 Pregunta de investigación**

¿Cómo una animación 3D puede implementarse como medio audiovisual didáctico interactivo para complementar el aprendizaje y la práctica pre-profesional de los estudiantes de Odontología del 4to semestre de la UDLA?

### **3.2 Objetivo General**

Desarrollar una animación 3D como material audiovisual didáctico interactivo sobre la endodoncia en molares inferiores con la técnica de instrumentación *Crown Down*.

### **3.3 Objetivos Específicos**

- 1) Recolectar los datos, opiniones y sugerencias necesarias para establecer una pauta para desarrollar el proyecto correctamente, acorde a las necesidades de los estudiantes de odontología del 4to semestre de la UDLA.
- 2) Modelar, texturizar y animar en 3D la práctica de la endodoncia en molares inferiores con la técnica de instrumentación *Crown Down*.
- 3) Implementar el proyecto para su uso dentro de la clínica de la Universidad como soporte y guía, a la que los estudiantes puedan acceder durante la realización de tratamientos de endodoncia en el Centro de Atención Odontológica UDLA.

### 3.4 Metodología de estudio

#### 3.4.1 Tipo de estudio

El estudio será de tipo cualitativo con un alcance descriptivo y exploratorio.

El diseño de la muestra incluirá las siguientes técnicas:

- Muestra de casos tipo: al ser un estudio de carácter cualitativo/exploratorio, esta técnica se adapta a las necesidades de encontrar una información de calidad, profunda y no de cantidad. Se encargará de analizar los valores y comportamientos de los estudiantes de odontología de 4to semestre de la UDLA para definir los patrones que los identifica, su desenvolvimiento e interacción en las aulas de clase con sus respectivos docentes.
- Muestra homogénea: se requiere analizar una muestra donde los participantes comparten un mismo perfil o características (estudiantes de odontología).

#### 3.4.2 Herramientas a utilizar

Tabla 2

*Herramientas Metodológicas*

Herramienta	Población	Propósito
Grupos de enfoque	Estudiantes de la facultad de Odontología del 4to semestre de la UDLA	Conocer la perspectiva del grupo de estudiantes acerca de la animación tridimensional como medio didáctico; sus opiniones y sugerencias para obtener un producto que mejore su experiencia académica

Entrevistas	Docentes de la facultad de Odontología de la UDLA	Conocer el punto de vista y la experiencia del docente en la práctica de la Endodoncia (preguntar que tips, sugerencias y pautas que deben ser añadidas al video animado)
-------------	---	---

### 3.4.3 Tipo de análisis

El estudio tiene un alcance exploratorio/descriptivo y busca especificar las características de los grupos de estudio, en que dimensión se beneficiarán, conocer cómo se relacionan con el producto, entre ellos y cómo se manifiestan los resultados. Para esto se realizará un análisis de los resultados, siguiendo el siguiente esquema (Baptista, Fernández y Hernández, 2010, p. 445):

- Organizar los datos recolectados (entrevistas, grupos focales, documentos, etc.) acorde a criterios específicos.
- Preparar los datos para el análisis; se deberán limpiar las grabaciones de audio para eliminar ruidos, digitalizar imágenes, filtrar videos de entrevistas, transcribirlas mediante un procesador de texto computarizado, escanear documentos.
- Revisar los datos para obtener un panorama general de los materiales.
- Elegir los más significativos.
- Documentar el procedimiento de análisis por medio de una bitácora, donde se anoten los problemas, soluciones, ideas, hipótesis que van surgiendo.
- Codificar los datos para eliminar información irrelevante.
- Codificar nuevamente agrupando en categorías por temas y patrones, para luego relacionarlas y buscar vínculos entre las categorías.
- Interpretar los datos con claridad, credibilidad, sentido y significado.
- Generar hipótesis, explicaciones y teorías, dándole un sentido de entendimiento al problema.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **4.1 Análisis de datos**

Para realizar un proyecto afín con las necesidades reales de los estudiantes de odontología de la UDLA, se ha visto necesaria la realización de un grupo focal (ver Anexo 1), el cual ha sido llevado a cabo en una sesión de 1 hora a 10 estudiantes del 4to semestre (5 mujeres y 5 hombres).

##### **4.1.1 Objetivo del Grupo Focal**

Determinar la afinidad de los estudiantes a materiales didácticos audiovisuales, como una animación tridimensional, para el proceso de enseñanza/aprendizaje y como complemento de sus practicas pre-profesionales.

##### **4.1.2 Conclusiones**

Los estudiantes del 4to semestre de la carrera de Odontología de la UDLA concordaron en que un material didáctico audiovisual en 3D sería una excelente herramienta que complemente su proceso de enseñanza/aprendizaje, pues a más de solo leer, una ayuda dinámica y entretenida les permitirá captar de mejor manera y se les hará más fácil aprender visualmente.

Además, al ser en tres dimensiones, la apreciación de la anatomía dental, instrumentación, materiales, patologías y el procedimiento en sí será más apegada a la realidad, lo que dará paso a que el estudiante comprenda el tratamiento adecuadamente y al reforzar sus conocimientos teóricos, tenga también un buen proceso práctico.

Los estudiantes ven conveniente que el video didáctico sea guiado paso a paso y se apoye de referencias para, en caso de no entender alguna parte del

proceso, consultar en el libro fuente. Asimismo, que cada paso tenga cuadros de texto donde se muestren sugerencias o explicaciones importantes de lo que esta sucediendo.

Por otro lado, los estudiantes creen que el material audiovisual les ayudara en gran medida no solo a ellos, sino también a sus pacientes, quienes podrán entender el procedimiento que les van a realizar y de esta manera el estudiante puede explicarles mejor e inclusive justificar el costo del tratamiento. Al mismo tiempo, los docentes aprovecharían este proyecto para implementarlo en sus clases y exponerlos a sus estudiantes para opinar y conversar entretenida e interactivamente para explicar sus clases.

Se sugiere que se tome en cuenta los distintos casos que un tratamiento pueda presentar, en el caso de la endodoncia, distinguir el tipo de apertura y la cantidad de conductos de la pieza dental para saber la instrumentación adecuada a utilizar. Esto permite que el proyecto tenga aceptación y que posteriormente se cubran todos estos casos y técnicas del tratamiento de endodoncia, a más del que se va a realizar (molares inferiores con la técnica de instrumentación *Crown Down*).

En conclusión, este material deberá mostrarse útil si la experiencia de los estudiantes es dinámica, interactiva y entretenida como un juego; que se incluya los materiales y tecnología actualizada; que el video represente la realidad y se guíe visualmente paso a paso todo el proceso, mientras se lo explica a detalle y se mantiene la atención del estudiante.

Al ser un producto audiovisual, los estudiantes ven factible que se implemente en las Clínicas de la UDLA para que tengan fácil acceso al mismo y puedan analizar y ver todo lo que necesitan antes de realizar una endodoncia; además, recomiendan que se lo pueda acceder por internet o que a manera de aplicación lo puedan tener en sus ordenadores que los usan a diario.

## 4.2 Pre-Producción

Esta etapa consiste en todo el desarrollo preliminar del material audiovisual, donde se considerará toda información relevante para generar las bases fundamentales para planificar su producción. Se debe preparar varias labores para que no surjan inconvenientes, tales como: esquemas, bocetos, guiones, planes, *storyboards* (Kerlow, 2009).

### 4.2.1 Esquema de página (*Wireframe*)

Consiste en el diseño de un boceto o prototipo de la estructura visual de la página o interfaz. Es sencillo, rápido de crear y permite organizar fácilmente los elementos, permitiendo su mejor ubicación e interacción con el resto de contenido. El esquema es sobrio, enfocándose únicamente en la funcionalidad de la interfaz y a su vez permite la corrección de errores de manera simple a medida que emergen nuevas ideas (Murillo, 2015).

La interfaz de la aplicación de este proyecto se ha inspirado en un corte transversal a la anatomía de un diente, a continuación se presenta el esquema del menú principal (ver Figura 12) y secundario (ver Figura 13), donde se puede apreciar la organización de elementos más óptima para su fácil comprensión e interacción:

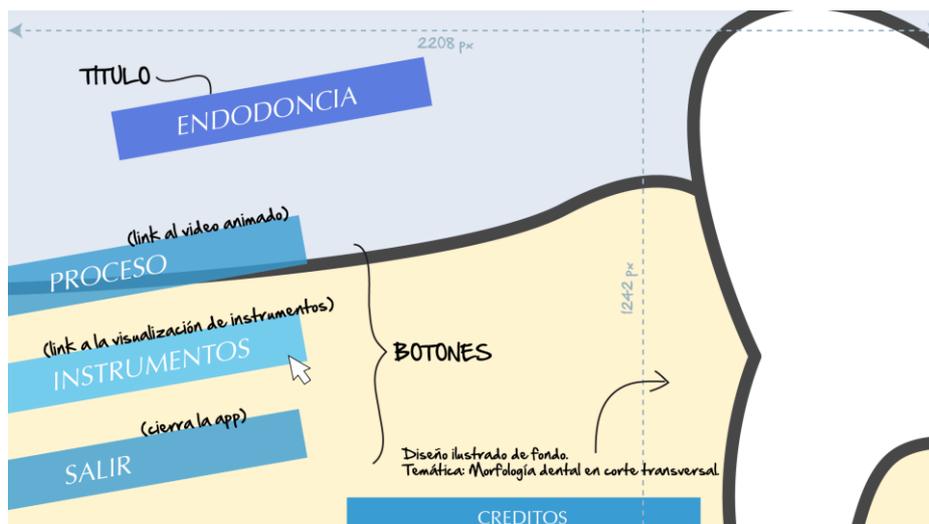


Figura 12. Bocetos esquemáticos para la interfaz, donde se aprecia la organización e interacción de los elementos entre sí.

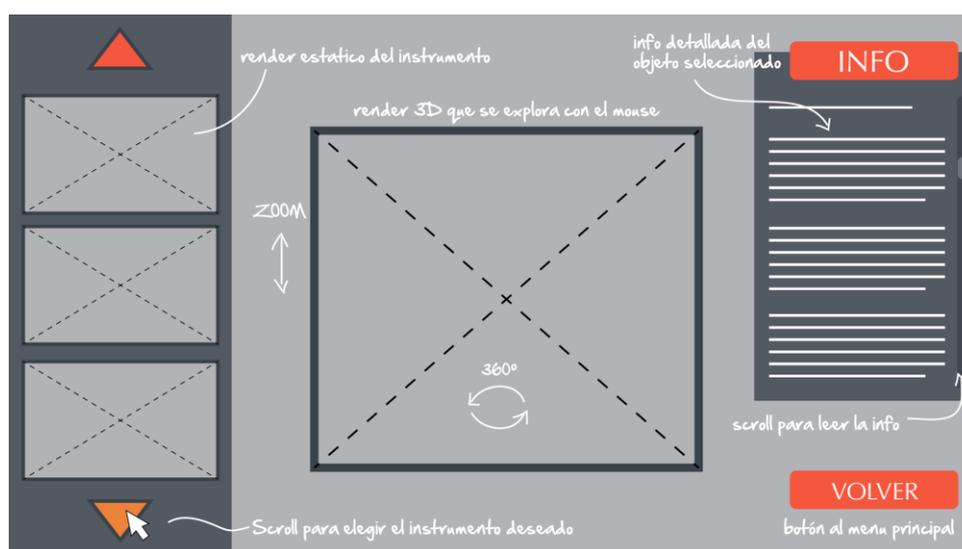


Figura 13. Bocetos para la interfaz de un menú interno. Estos esquemas de página se realizaron con el software Adobe® Illustrator®.

El tamaño del área de trabajo se estableció en 2208 x 1242 px con unos 400 dpi para que la calidad sea alta tanto al reducir a tamaños menores como a mayores al establecido. Adicionalmente se ha establecido una línea gráfica y cromática que sirva de base para el diseño final.

### 4.2.2 Diseño de interfaz

Una vez establecido un esquema de página ideal se procede al diseño final de la interfaz del proyecto. Utilizando el mismo *software*, se realiza la composición gráfica definitiva para el menú principal (ver Figura 14):



Figura 14. Menú principal de la interfaz, muestra los botones que el usuario puede explorar dentro de la aplicación.

El primer botón (Proceso) dirige al usuario a una pantalla donde podrá ver la animación tridimensional del proceso de endodoncia, el segundo botón (Instrumentos) ingresa a una pantalla de un visualizador 3D (ver Figura 15), donde se puede observar en 360 grados la variedad de instrumentos empleados con su respectiva información detallada.

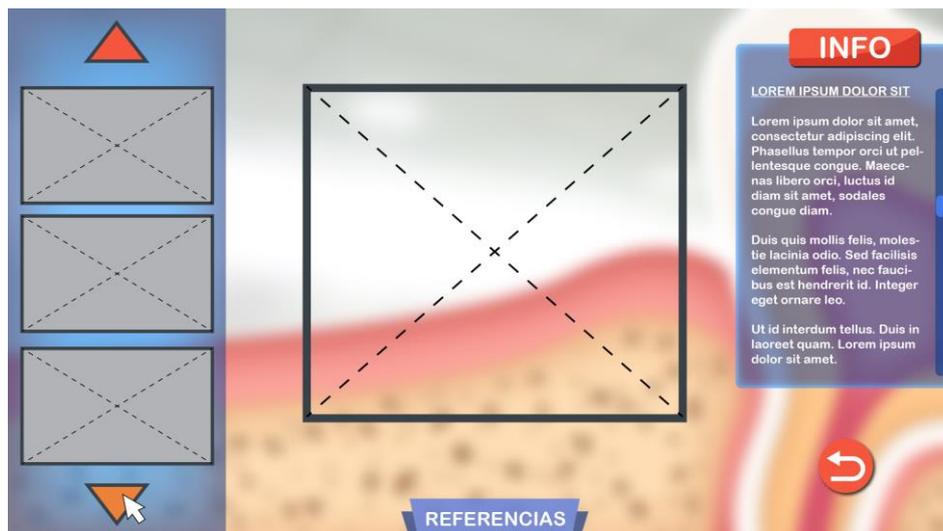


Figura 15. Aquí el usuario puede elegir a su izquierda los instrumentos que desee visualizar en el medio de la pantalla. Podrá mover el instrumento en 360 grados para verlo a detalle, a su derecha se desplegará su respectiva información.

Finalmente, esta un botón secundario al menú que lleva a las referencias bibliográficas, para que los usuarios sepan en que se basa toda la información otorgada y puedan ampliarla (ver Figura 16). Además, se incluye botones para regresar al menú principal en cada pantalla secundaria y el respectivo botón para salir y cerrar la aplicación.

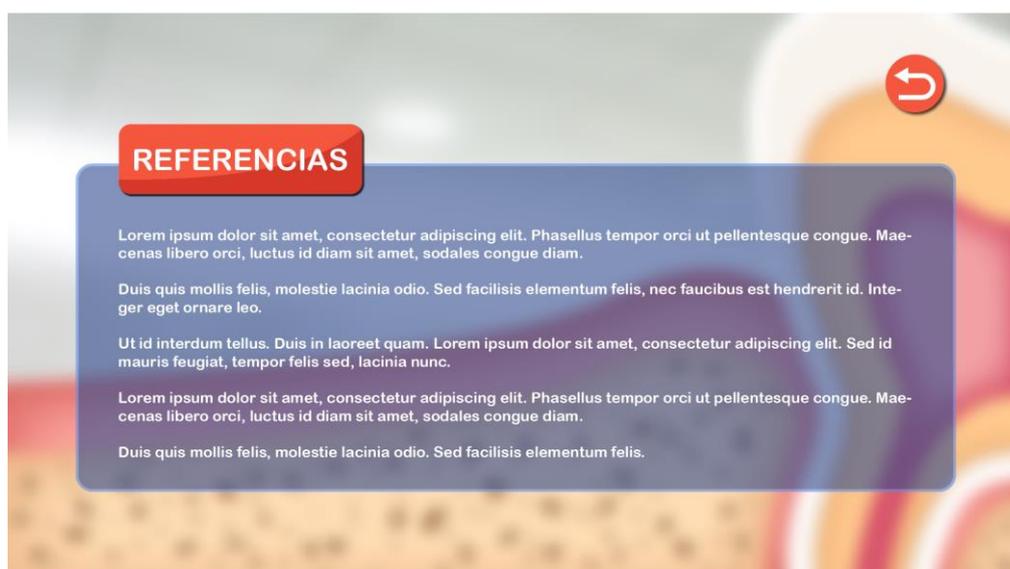


Figura 16. Una sección extra donde el usuario puede conocer las fuentes bibliográficas utilizadas como referencia para todo el proyecto.

Finalmente, esta un botón secundario al menú que lleva a las referencias bibliográficas

### 4.2.3 Guión

Para el caso especial de este proyecto, el guión seguirá los pasos que sigue el procedimiento de la endodoncia en los molares inferiores mediante la técnica de instrumentación *Crown Down* y el sistema ProTaper Universal (instrumentos que serán detallados en el producto final).

Pasos a seguir para la práctica de una endodoncia en molares inferiores:

1. Aislamiento: Consiste en poner la grapa con el dique de goma en el molar.
2. Apertura de la cavidad : Con la turbina y una fresa redonda se abre la cámara de la pieza dental por su cara oclusal (cara de la corona con la cual se efectúa la función masticatoria). Realizar inspección de la cavidad con un explorado.
3. Conformación de la cavidad: Utilizando una fresa troncocónica se da forma a la cavidad para poder acceder a la misma.
4. Conductimetría: Consiste en obtener las medidas de las raíces del molar usando un localizador apical. El molar inferior tiene dos raíces, una mesial (hacia el centro de la línea media dental) con dos conductos, uno mesio vestibular (hacia el frente que da a los labios y las mejillas) y otro mesio lingual (hacia la lengua); y la segunda raíz es distal (hacia las muelas) con su conducto distal.
5. Preparación del conducto radicular o Limado: El proceso de la endodoncia se centra en el correcto limado de los conductos, mediante una secuencia de limas, para este caso las ProTaper, con las cuales se amplía y preparan los conductos para su limpieza y obturación.
6. Conometría: Se coloca un cono principal en el conducto (según el número

de lima a la que se haya llegado), se toma una radiografía y se asegura q el cono llegue hasta el ápice. Se prepara un cemento de obturación, se embarra en el cono principal, se rellena el resto del conducto con la cantidad necesaria de conos secundarios y finalmente se comprueba que todo quede bien con otra radiografía.

7. Obturación: Se cortan los penachos sobrantes de los conos insertados y se termina con una obturación.

#### **4.2.4 Storyboard**

Para que el guión sea comprendido y seguido de mejor manera, es necesario crear un *storyboard* para una planificación visual organizada que permita desarrollar la producción de la animación sin inconvenientes (Kerlow, 2009). En este proyecto las etapas del procedimiento de endodoncia se traducirán en imágenes que otorguen una idea general de composición, ángulos, cámaras, movimientos de cámaras, transiciones y otros detalles orientados a la producción (ver Anexo 1).

### **4.3 Producción**

Como se detalló en el capítulo anterior , esta etapa es donde se elaboran todos los elementos que se van a utilizar para la animación final, aquí se incluyen varios procesos que no siguen necesariamente una estructura lineal, es decir, que a pesar que algunos pasos siguen cierta secuencia, algunos pueden ocurrir de forma paralela (Kerlow, 2009). Estos pasos son los siguientes:

#### **4.3.1 Modelado**

Se procede a captar las formas básicas de los objetos a través de figuras geométricas, prismas o planos simples, para posteriormente detallar los polígonos añadiendo y moviendo vértices, bordes y caras de las figuras hasta crear el objeto en tres dimensiones. Al proceso descrito anteriormente de

esculpir, describir y ubicar espacialmente objetos, ambientes y escenas mediante un sistema computarizado se lo llama Modelado (Kerlow, 2009).

Para la animación de este proyecto se necesitara modelar todos los dientes, encías y lengua de la boca humana, los instrumentos involucrados en el procedimiento y la estructura interna del molar que será intervenido (ver Figura 17), el *software* utilizado en este caso es Autodesk® Maya®. La mejor práctica consiste en tomar referencias de varias vistas de dichos objetos mediante imágenes donde se aprecie cada detalle, después se necesita captar el objeto con una forma básica y finalmente crear las divisiones necesarias para acomodar los vértices y caras hasta tener la forma deseada (ver Figura 18).

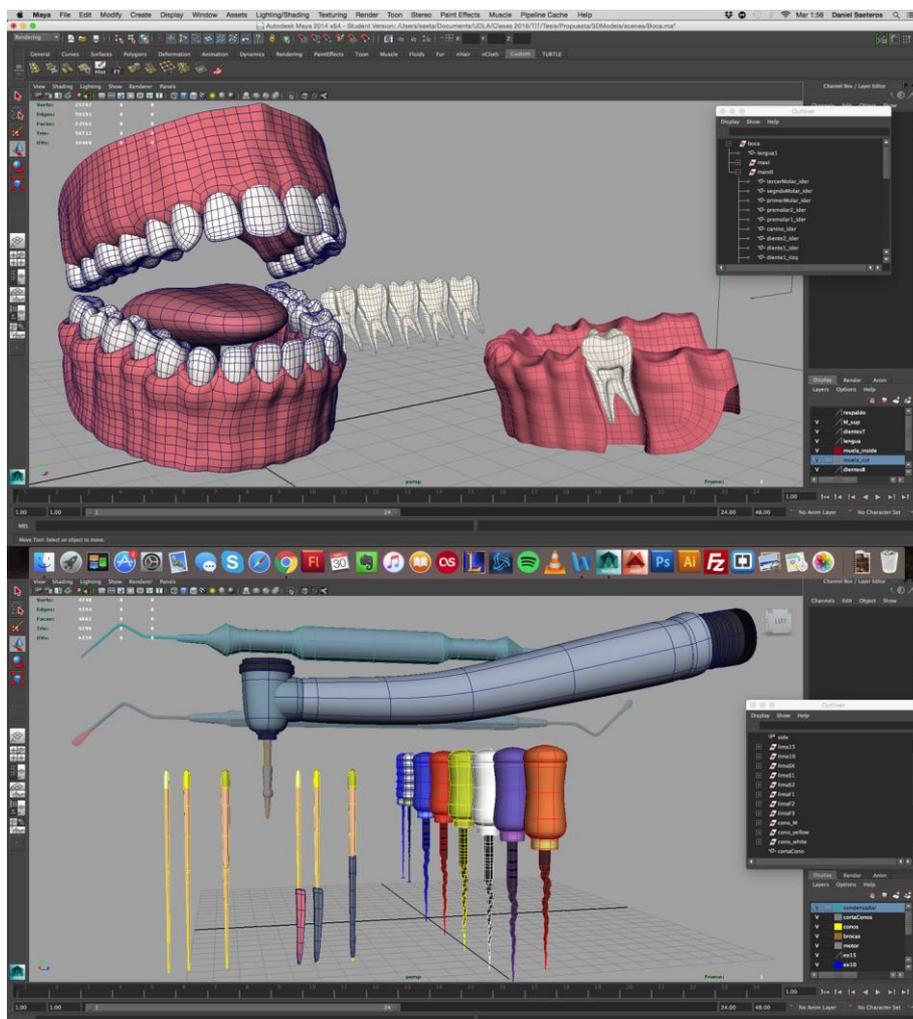


Figura 17. Acabado de todos los objetos modelados destinados para la animación.

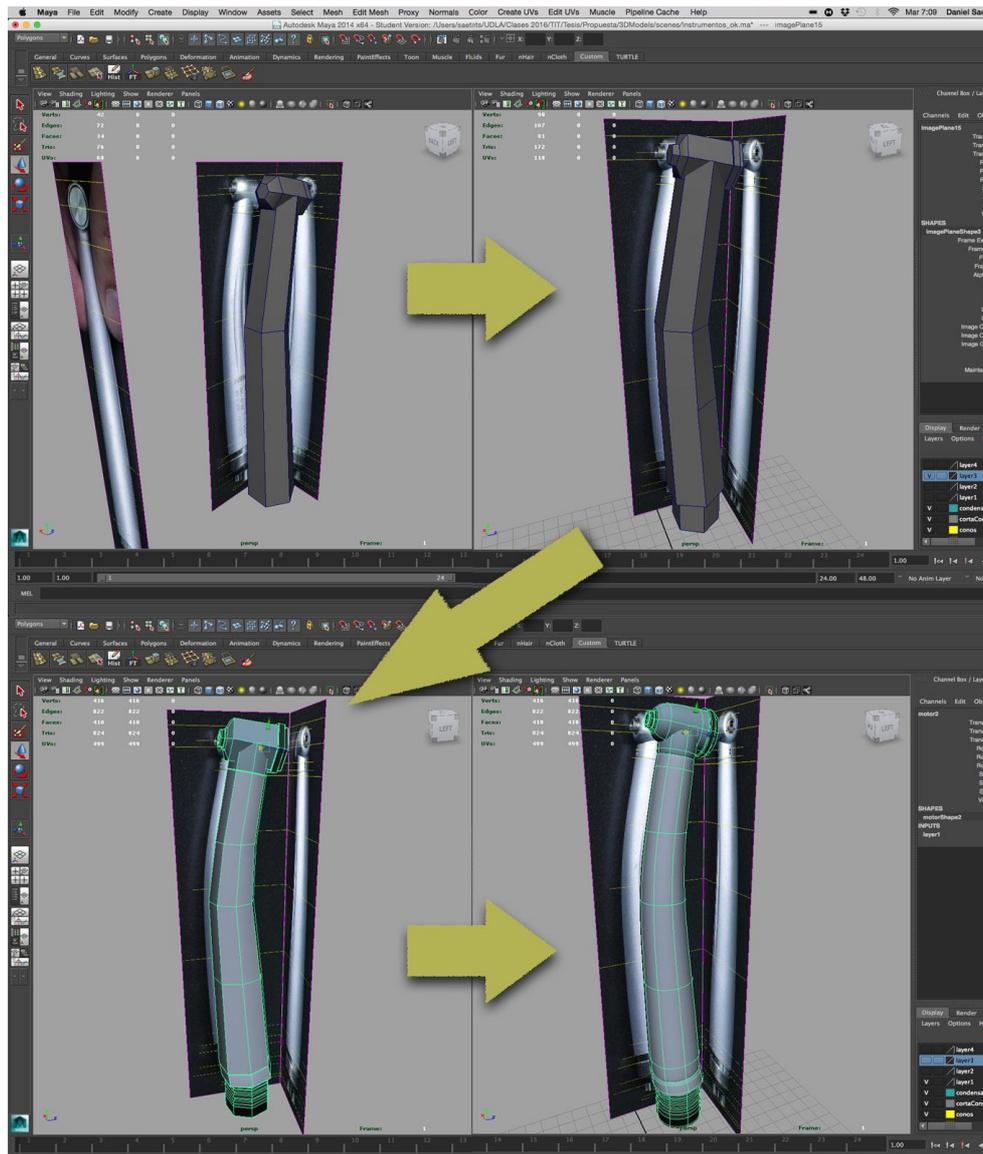


Figura 18. Etapas a seguir para conseguir un modelado correcto de un objeto 3D, en el ejemplo se observa la creación del motor, instrumento que se usara para realizar la cavidad en el molar.

### 4.3.2 Texturización

Esta fase tiene por objetivo dar a los objetos 3D los materiales y texturas apropiados para entender de que están hechos y para darle un nivel de realismo según se requiera (mientras mas detallado, el resultado será mas realista). La autora Marta Fernández (2011) expresa que no solo permite añadir color al modelo, sino simular materiales (metal, madera, piedra, piel, etc.) y dar

detalles de relieves o irregularidades a determinadas formas sin alterar las geometrías.

Para que todo esto se haga posible es importante primero realizar un mapeado UV sobre la malla del objeto, este mapa permite proyectar una imagen 2D sobre la superficie 3D (ver Figura 19). Funciona como un envoltorio que cubre al objeto y se crea automáticamente en el proceso de modelado, pero es necesario reajustar el mapa con un editor y desenvolverlo con un modificador para crear superficies planas organizadas a manera de un lienzo para texturizar con facilidad en un programa de tratamiento de imágenes (Photoshop®) (ver Figura 20).

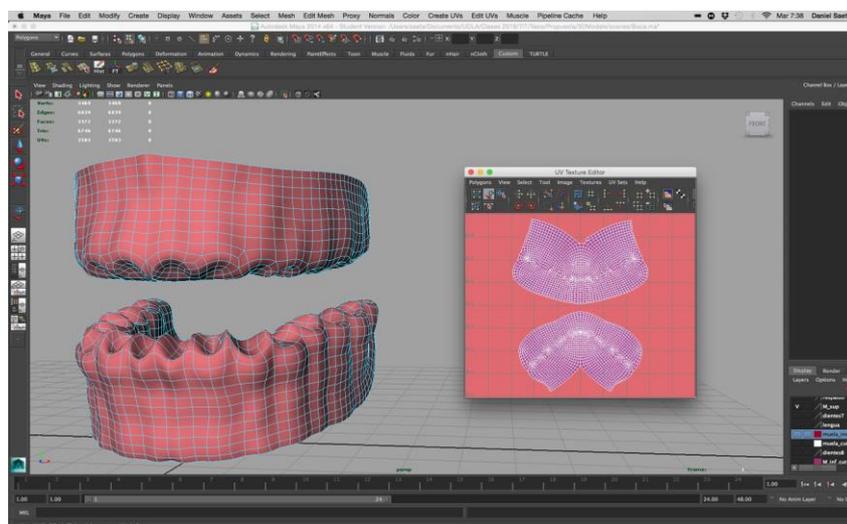


Figura 19. Mapa de las encías corregido en el editor de UVs.

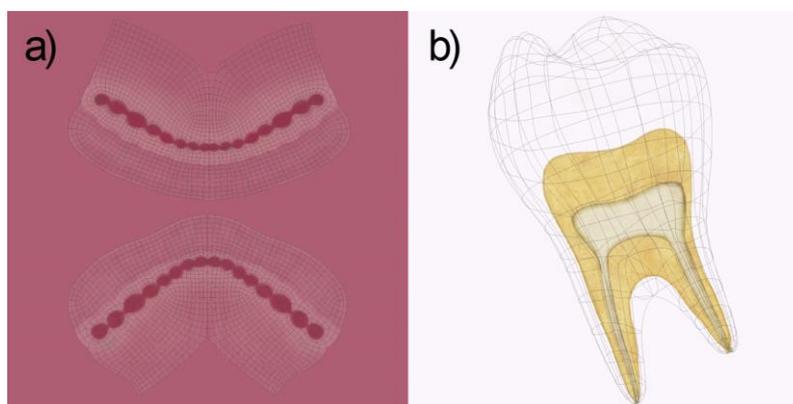
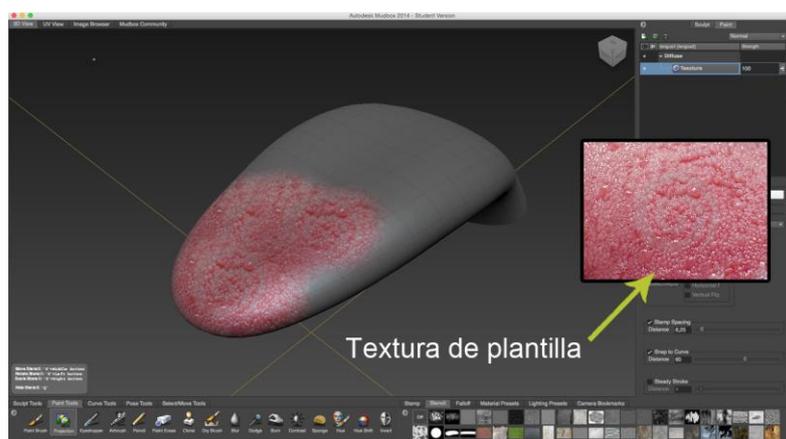
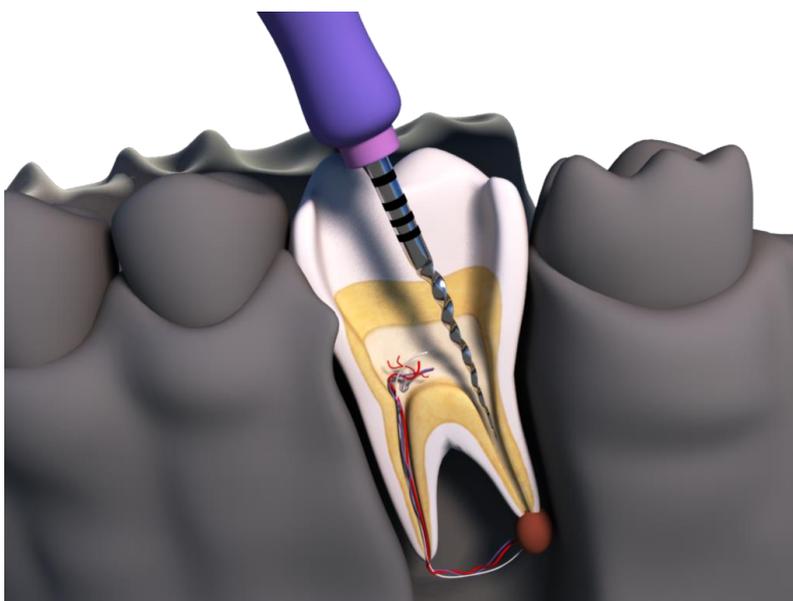


Figura 20. Pintura digital (texturizado) sobre el mapa UV generado. a) encías, b) estructura interna del molar.

Las texturas se pueden pintar también directamente sobre los objetos mediante software como Autodesk® Mudbox®, donde mediante plantillas de imágenes se puede proyectar las texturas directamente en el modelo como capas de pintura o de esculpido de la geometría (ver Figura 21). Existen materiales predeterminados que se deben aprovechar para que las texturas tengan realismo y diferenciar si un objeto esta hecho de vidrio, madera, plástico, metal, etc. (ver Figura 22).



*Figura 21.* Pintura digital a base de plantillas para crear una capa de pintura directamente sobre el mapa UV y generarla automáticamente.



*Figura 22.* Se pueden observar materiales predeterminados como el metálico y el plástico.

### 4.3.3 Luces

Las luces generan los ambientes adecuados que se quieran simular en una animación 3D, otorgan vida a la escena completa, revelando las formas de los objetos, su profundidad, las sombras que proyectan y como estas interactúan con los demás objetos en escena (Kerlow, 2009).

Hay que tomar de referencia como la luz influye en la vida real sobre los objetos y los diversos tipos de fuentes desde donde se las puede emitir. Para esta animación se utilizó dos fuentes de luz, una que simula la luz del sol (ambiental) y otra luz directa que simule un foco, tal cual si se tratase de la iluminación de un consultorio médico.

En el programa se pueden crear diversos tipos de emisores de luz como son: luz ambiental, luz focal o puntual, luz de área, luz solar, etc. Para el ambiente se creó un *physical sun and sky* (simula luz solar) y una luz de área con forma rectangular para simular la luz del consultorio que ilumina el área bucal.

La luz de área puede ser escalada a cualquier tamaño pero es mas eficiente si se la mantiene pequeña. Es muy eficiente para simular el reflejo de la luz que entra por una ventana a espacios interiores (Kerlow, 2009). La distancia en que se ubica influye también en su intensidad, la cual también se la puede regular desde un editor, y su ángulo determinará la fuente desde donde se emite, para el caso de la luz solar, el ángulo determina el color e intensidad de la luz solar según su posición a determinada hora del día (ver Figura 23).

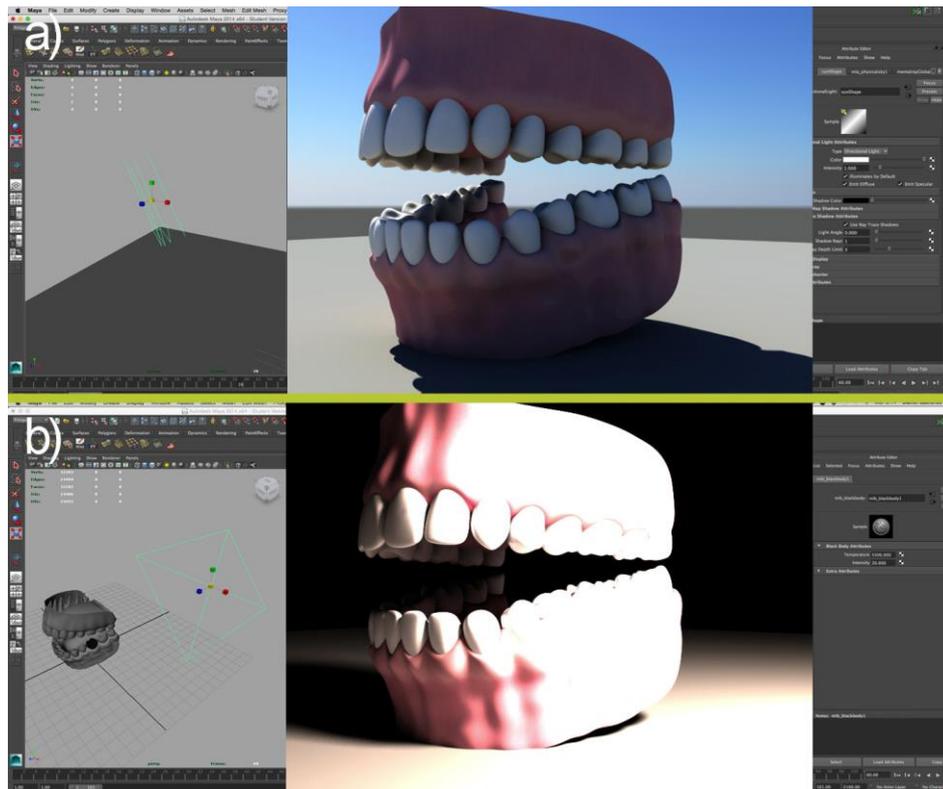


Figura 23. a) Iluminación con *physical sun and sky* (luz solar) y b) Iluminación con *area light* (luz de área directa con temperatura de 5500 °K).

#### 4.3.4 Cámaras

Como si se tratase de una cámara real, se pueden crear cámaras con todos los ajustes que poseen: tipo de lente, apertura focal, velocidad de obturación, etc. La interfaz permite moverlas a donde se necesiten para crear las tomas en los ángulos y encuadres adecuados para mostrar lo que se quiere transmitir, además de la opción de animar el cambio de posiciones de la cámara para simular una cámara en seguimiento (ver Figura 24).

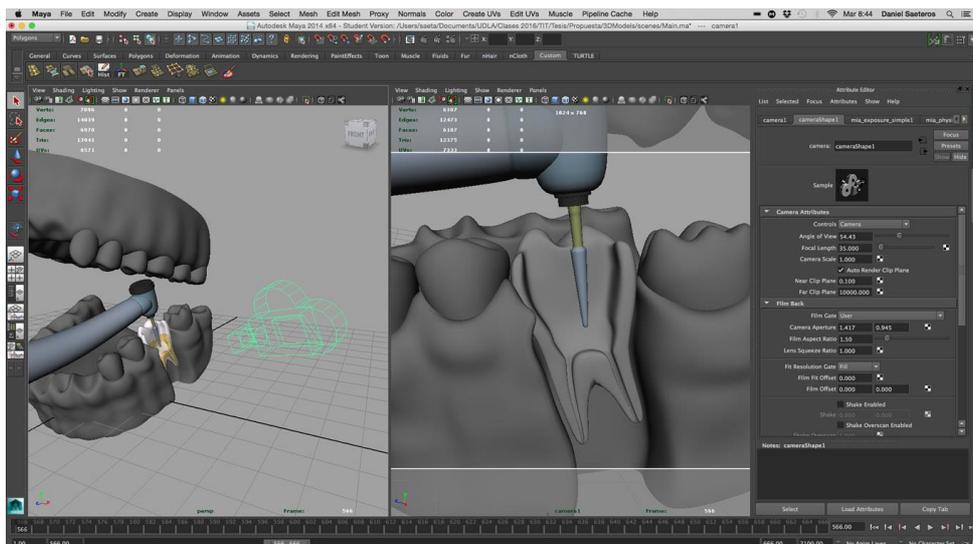


Figura 24. Cámara generada en el programa y sus configuraciones.

### 4.3.5 Animación

Aquí cobra vida el storyboard, donde los objetos inanimados crean la ilusión de movimiento al crear fotogramas claves en cada cambio de posición, rotación y escala que hagan los objeto (Kerlow, 2009). El *software* calcula automáticamente el movimiento entre cada fotograma clave facilitando el proceso de animación y lo que resta es editar el movimiento creando más fotogramas en medio o editando las curvas de animación según la fluidez que se quiera obtener.

Este proyecto esta hecho a 24fps (*frames* por segundo), es decir un segundo estará representado por 24 fotogramas. La duración total se estimó para 1 min 30 segundos aproximados (un total de 1985 *frames*) (ver Figura 25).

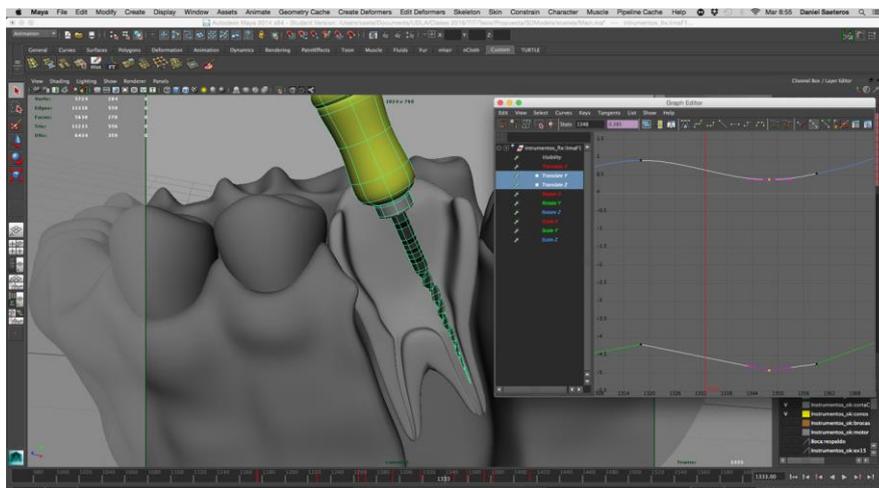


Figura 25. Proceso de animación en Maya® y ventana Graph Editor para configurar las curvas de animación, los fotogramas claves se marcan con una línea roja sobre la línea de tiempo que indica los fotogramas.

#### 4.3.6 Render

El proceso final de la producción, donde todo lo visto anteriormente se junta y se procesa para que se generen las imágenes de cada fotograma y poder ser editadas en un *software* de edición de video. En el render se calculan los materiales, texturas, luces, reflejos, sombras y como todo esto interactúa mientras se animan a través del ojo de las cámaras creadas.

En síntesis es un proceso de cálculo complejo desarrollado por un ordenador destinado a generar una imagen bidimensional a partir de una escena 3D, imitando un espacio en 3 dimensiones, profundidades, comportamiento de luces, texturas, materiales y animación (Raghavachary, 2005).

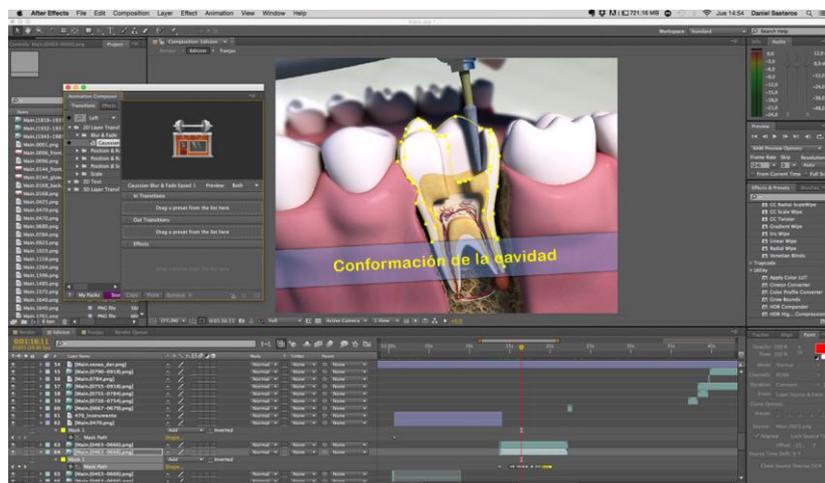
El render permite también determinar la resolución final de las imágenes, que se deben considerar según a que este destinado el producto final, en este caso será un video que se visualizara en ordenador, por lo que se usó una resolución de 1024 x 768 pixeles. El motor de render usado fue el de: *Mental Ray* de Maya® para obtener resultados más realistas en la simulación de físicas como reflejos, sombras, luces, transparencias, etc. (ver Anexo 2).

## 4.4 Post-Producción

La etapa final de toda producción audiovisual, donde se editan todos los materiales obtenidos para la animación y se sincroniza todo con pistas de audio, musicalización, textos, animaciones graficas y efectos.

### 4.4.1 Edición de video y musicalización

Para culminar se debe editar los fotogramas obtenidos en el render para que se produzca un video en secuencia de la animación, el programa que se usó es el de Adobe® After Effects®. En este software se generan secuencias automáticas a partir de todas las imágenes en archivo .png (óptimo por la transparencia y poder usar transiciones en edición), facilita ordenarlas organizar, hacer cortes para modificar lo que se necesita, generar efectos de transparencias, transiciones de audio o video, animar gráficos vectoriales, corregir colores, etc. (ver Figura 26). (imágenes edición con claves, efectos, animaciones, textos)



*Figura 26.* Proceso de edición de video en After Effects®, donde están recopilados y agrupados los fotogramas renderizados y se los edita para obtener los efectos deseados.

El presente proyecto se apoya con animaciones e indicaciones de textos sincronizados con el video para apoyar su explicación a lo largo del proceso y otorgar un valor didáctico extra que facilite su comprensión. Una vez todo

quede como se desea, se procedió a colocar una pista musical que acompañe la animación y se manda a un render final donde se incluyen todos estos cambios extras que mejoran la presentación del video animado, obteniéndose un video en formato de alta calidad para una buena visualización.

#### 4.4.2 Difusión

La presentación final del proyecto se realizó mediante la producción de un archivo ejecutable o aplicación que se pueda abrir en un computador con sistema operativo Windows o Mac. Esta aplicación tiene la interfaz realizada en la pre-producción y desde donde el usuario puede interactuar con sus botones para acceder a la animación 3D y adicionalmente a un visualizador con cámara 3D para ver los instrumentos usados en la endodoncia (limas ProTaper) de forma cercana y con información adicional.

La interfaz se programó mediante el programa Unity® 3D que permite montar objetos 3D generados en otros *software*, añadirle sus propios materiales, cámaras interactivas e interfaces (ver Figura 27) capaces de reaccionar a diversas acciones, todo mediante programación con lenguaje java o C# (ver Figura 28).

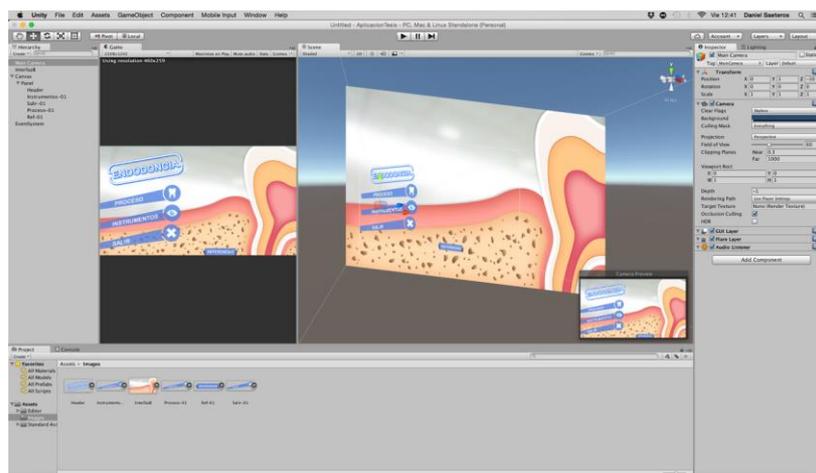


Figura 27. Se aprecia los diseños para la interfaz siendo colocados acorde a la cámara principal de la escena.

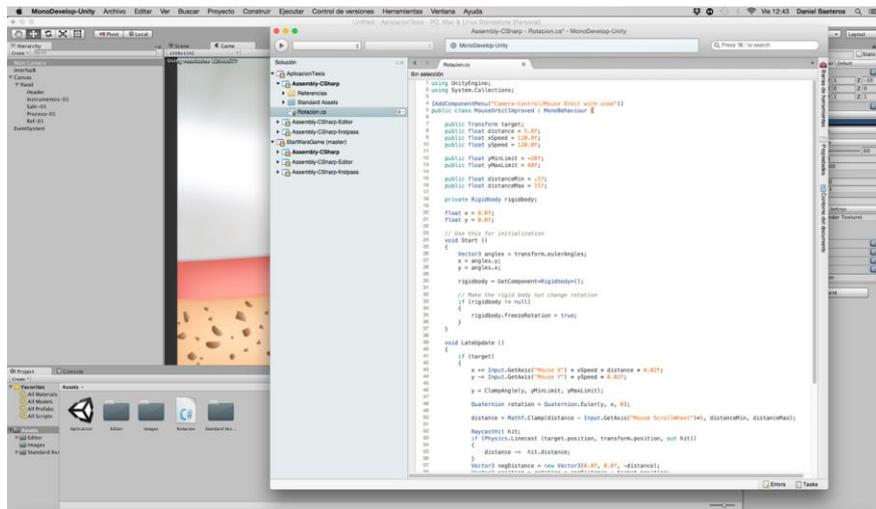


Figura 28. Pantalla de edición para el código que controla los movimientos de la cámara.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

- Se concluye que un video animado es muy eficiente a la hora de complementar el aprendizaje de manera didáctica y permite captar mejor la información.
- Con la ayuda de una interfaz interactiva el proyecto adquiere mucho más valor que genera mayor interés para los estudiantes.
- Este tipo de animaciones ayudan mucho en el proceso de formación académica, no solo para la carrera de odontología sino para toda profesión práctica.
- La animación 3D permite apreciar de mejor manera la instrumentación y proceso que se aplican en la endodoncia, que es un procedimiento quirúrgico que utiliza herramientas muy pequeñas y trabaja en un área muy reducida con poca visibilidad.

#### **5.2 Recomendaciones**

- Es importante tomar en cuenta las necesidades actuales de los estudiantes para que el producto final sea de gran utilidad y lo usen para sus estudios.
- Resulta muy útil una buena investigación para la formación del guión del procedimiento y poder elaborar un storyboard que facilite la producción de la animación.
- Realizar fotografías de calidad, en todos los ángulos pertinentes, de los objetos que se quieran modelar, de esta manera se trabaja con buenas referencias para interpretar espacialmente los objetos y saber que detalles de materiales y texturas necesita.

- Se recomienda adjuntar bibliografía para que los estudiantes puedan asegurarse de que la información entregada en el video es técnicamente acertada y puedan ampliar más sus conocimientos al recurrir a los libros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acaso, M. (2009). *El Lenguaje Visual*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Aranibar, V. (2013). *Dispositivos Tecnológicos y Recursos Digitales en Educación Superior. Experiencias de uso en el proceso de aprendizaje de una asignatura teórica presencial*. Bolivia: Programa NOMA.
- Area, M. (2010). *Los medios de enseñanza: Conceptualización y Tipología*. San Cristóbal de la Laguna, España: Universidad la Laguna.
- Asinsten, J. (2010). *Comunicación Visual y Tecnología de Gráficos en Computadora*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación de la Nación Argentina, Educ.ar S.E.
- Baptista, P., Fernández, C. y Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. (5.ª edición). México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Barrascout de León, H. (2004). *Animación Digital en el Desarrollo de Software Educativo (tesis de pregrado)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Belloch, C. (2012). *Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje*. Valencia, España: Universidad de Valencia. Recuperado de <http://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA1.pdf>
- Belloch, C. (2015). *Aplicaciones Multimedia*. Valencia, España: Universidad de Valencia. Recuperado de <http://www.uv.es/bellohc/logopedia/NRTLogo4.pdf>
- Canalda, C., y Brau, E. (2006). *Endodoncia: Técnicas Clínicas y Bases Científicas*. (2.ª edición). Barcelona, España: Masson, S.A.
- Castillo, E. (2013). *Vidas Virtuales, influencia y vulnerabilidad en los jóvenes: Verónica (tesis de pregrado)*. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas.
- Castillo, S. (2011). Factores que se deben considerar al implementar Estrategias de Educación Virtual en Odontología. *En Univ Odontol.*, 30(65), 97-103.

- Cobo, J. (2009). El Concepto de Tecnologías de la Información. En *Zer-Revista de Estudios de Comunicación*, 14(27), 295-318.
- Dugarte de Villegas, A., y Guanipa, L. (2009). Las TIC Medios Didácticos en Educación Superior. En *Revista Ciencias de la Educación*, 19(34), 106-125.
- Dwyer, D., Ringstaff, C., y Sandholtz, J. H. (1990). *Apple Classroom of Tomorrow Research, Report 8, The Evolution of Teachers' Instructional Beliefs and Practices in High-Access-to-Technology Classrooms*. (Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association). Boston: Apple Computer, Inc.
- Esquivel, C. (2010). Avances de la investigación: La animación como material didáctico para la educación ambiental y el desarrollo sustentable. En *Cristabelesquivel's Blog*. Recuperado de <https://cristabelesquivel.wordpress.com/2010/01/30/primer-ensayo-la-animacion-como-material-didactico-para-la-educacion-ambiental-y-el-desarrollo-sustentable>
- Fernández, M. (2011). *Modelado, Texturizado y Ajuste de Malla*. Madrid: E-Archivos Universidad Carlos III de Madrid.
- Gil, M. (s.f.). *Animación 2D, Síntesis de Imágenes y Animación 3D*. 3º I.T.I Sistemas. Recuperado de <https://masterperuvian.files.wordpress.com/2012/09/s3-animacion-entrega-3.pdf>
- Gutiérrez, J. (2006). *Técnicas de Animación en 3D y Efectos Especiales* (monografía de titulación). México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010). 3 de cada 10 ecuatorianos utilizan Internet, en dos años la cifra aumento en más de medio millón de personas. Recuperado de [http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42%3A3-de-cada-10-ecuatorianos-utilizan-internet-en-dos-anos-la-cifra-aumento-en-mas-de-medio-millon-de-personas&catid=63%3Anoticias-general&lang=es](http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_content&view=article&id=42%3A3-de-cada-10-ecuatorianos-utilizan-internet-en-dos-anos-la-cifra-aumento-en-mas-de-medio-millon-de-personas&catid=63%3Anoticias-general&lang=es)

- Kerlow, I. (2009). *The Art of 3D Computer Animation and Effects*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Leka, S. (2004). *La Organización del Trabajo y el Estrés*. Nottingham, Reino Unido: ©Organización Mundial de la Salud.
- Leuba, E. (2011). *Lenguaje Visual y Animación 3D* (tesis doctoral). España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Marcano, B. (2008). *Juegos Serios y Entrenamiento en la Sociedad Digital*. En *Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 9(3), 93-107. Recuperado de [http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_09\\_03/n9\\_03\\_marcano.pdf](http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_09_03/n9_03_marcano.pdf)
- Marqués, P. (2004). *Los Medios Didácticos*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- Marx, C. (2007). *Writing for Animation, Comics and Games*. Estados Unidos: Focal Press is an imprint of Elsevier Inc. All rights reserved.
- Mealing, S. (1998). *The Art and Science of Computer Animation*. Exeter, Inglaterra: Intellect Ltd.
- Muñoz, P., y González, M. (2009). *El Diseño de Materiales de Aprendizaje Multimedia y las Nuevas Competencias del Docente en Contextos Tele Formativos*. Madrid: Bubok.
- Murillo, D. (2015). *Uso de Esquemas o Wireframes*. Panamá: El Tecnológico (Universidad Tecnológica de Panamá).
- Raghavachary, S. (2005). *Rendering for Beginners*. Oxford, Reino Unido: Elsevier.
- Sánchez, H. (2009). Una imagen enseña más que mil palabras. ¿ver o mirar?. En *Zona Próxima - Revista de Estudios Superiores en Educación Universidad del Norte*, 10, 198-209.
- Sedeño, A. (2010). Videojuegos como dispositivos culturales: Las competencias espaciales en educación. En *Comunicar: Revista Científica de Educomunicación*, 17(34), 183-189.
- Segura, J. (s.f.). *Preparación Biomecánica de los Conductos: Técnicas Manuales de Instrumentación*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.

Recuperado de <https://personal.us.es/seguraji/documentos/PTD-III/Temas%20PTD-III/Leccion%207.%20Preparacion%20biomecanica%20III-general%20manual.pdf>

Soares, I., y Goldberg, F. (2012). Endodoncia: Técnica y Fundamentos. (2ª edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

Torabinejad, M., y Walton, R. E. (2010). Endodoncia: Principios y Técnicas. Barcelona, España: Elsevier S.L.

Torres, H., y Girón, D. (2009). Didáctica General. (Vol. 9). San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, CECC/SICA, Editorama, S.A.

Villasana, A. (2000). Patología Pulpar y su Diagnóstico. Venezuela: Universidad Central de Venezuela. Recuperado de <http://www.sdpt.net/endodoncia/PDFendodoncia/Patolog%EDa Pulpar y su Diagn%F3stico.pdf>

**ANEXOS**

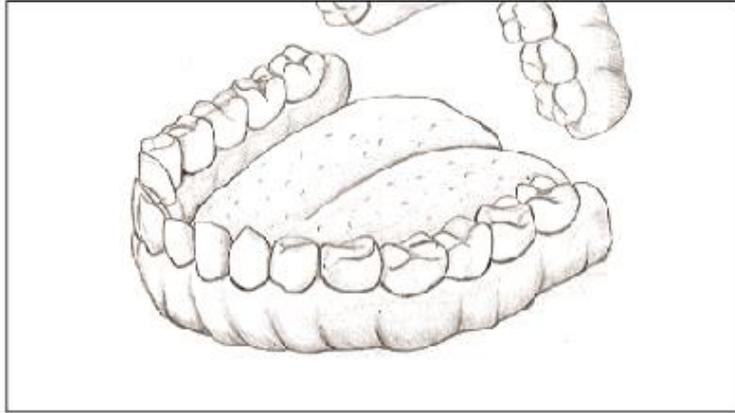
## ANEXO 1 STORYBOARD

### STORYBOARD

- Fade de negro a la toma de la boca cerrada en vista frontal.

- Gira la cámara para enfocar la parte lateral donde se aprecian los molares inferiores (la boca se abre durante el giro).

1



- Toma plano detalle de los molares, centrando la atención en el primer molar.

- Por medio de juego de opacidad se hace transparente la encía para revelar la anatomía de la muela y continua hasta ver su estructura interna.

- El resto de elementos de la escena que están alejados de la cámara se desenfocan para no robar atención.

2

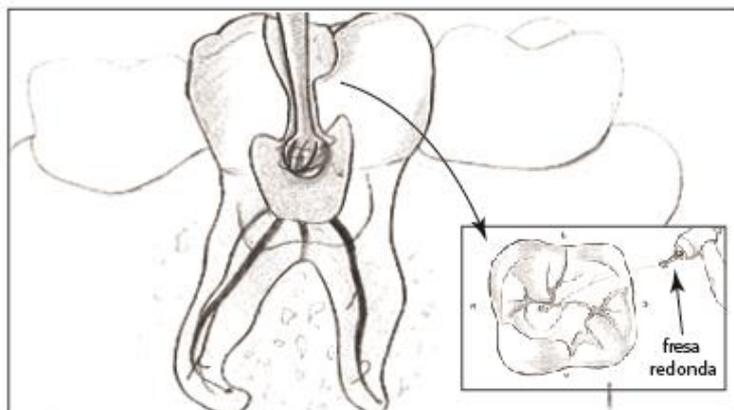


- Se observa la fresa redonda perforando la corona sin topar el piso de la cavidad interna.

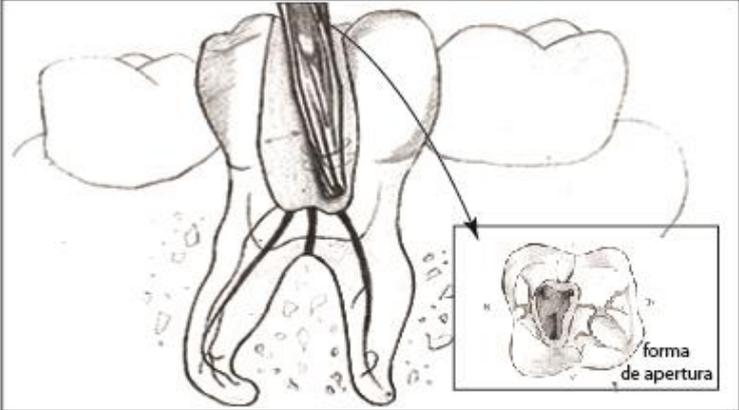
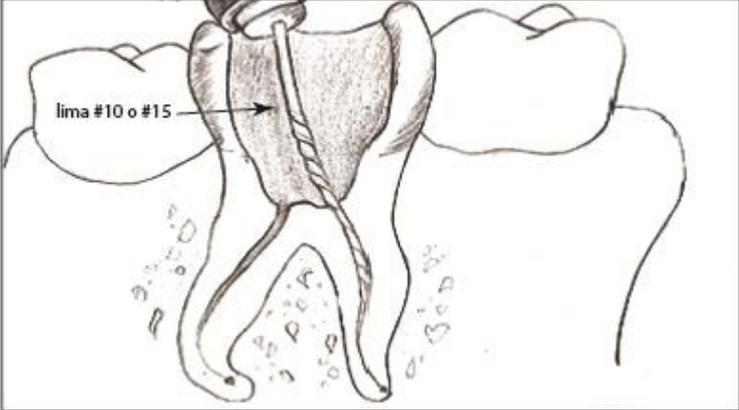
- El instrumento está en constante rotación.

- Remueve parte de la corona, se abre paso y finalmente se retira.

3



## STORYBOARD

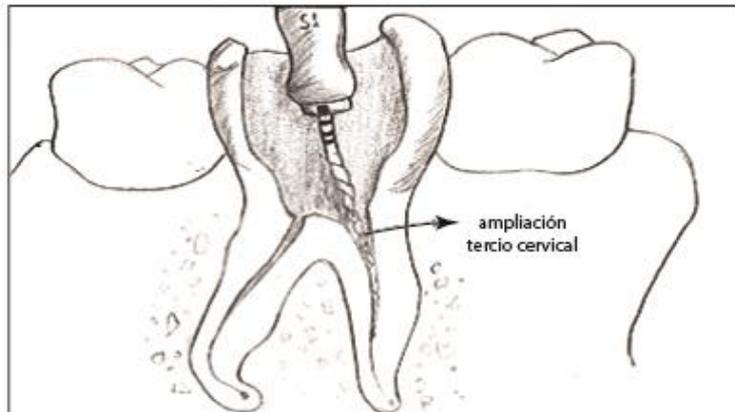
<p>- Ingresar el instrumento de exploración para detectar remanentes y proceder a dar forma a la cavidad.</p> <p>4</p>	
<p>- Se introduce una fresa tronco-cónica para moldear la cavidad y dejar expuestos los conductos y un área de trabajo llana y sin irregularidades para facilitar la endodoncia.</p> <p>- Instrumento en rotación constante.</p> <p>5</p>	
<p>- Después de la irrigación, succión y volver a irrigar la cavidad, se procede a explorar y medir los conductos con una lima #10 o #15.</p> <p>- La lima no debe llegar hasta el final del conducto.</p> <p>6</p>	

## STORYBOARD

- Teniendo en cuenta la longitud del conducto se procede a trabajarlo gradualmente con las limas ProTaper S1, S2, F1, F2, F3; acorde a la morfología del conducto.

- El instrumento ingresa cuidadosamente y se introduce al canal hasta donde llegue, se gira en sentido horario y luego en sentido antihorario y se retira.

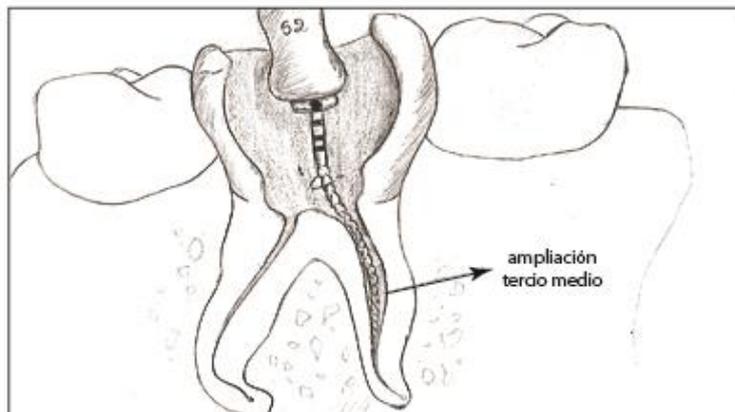
7



- Luego que S1 amplió el tercio cervical, la S2 procede igualmente para ampliar el tercio medio.

- Se observa el desgaste de las paredes mientras pasa la lima.

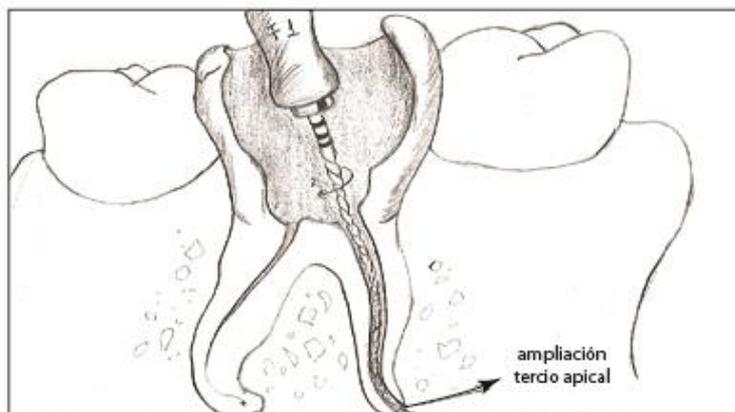
8



- La lima ProTaper F1 termina el trabajo ampliando el tercio apical.

- De llegar hasta el final termina la operación, caso contrario se sigue el proceso gradualmente con las siguientes limas.

9



## STORYBOARD

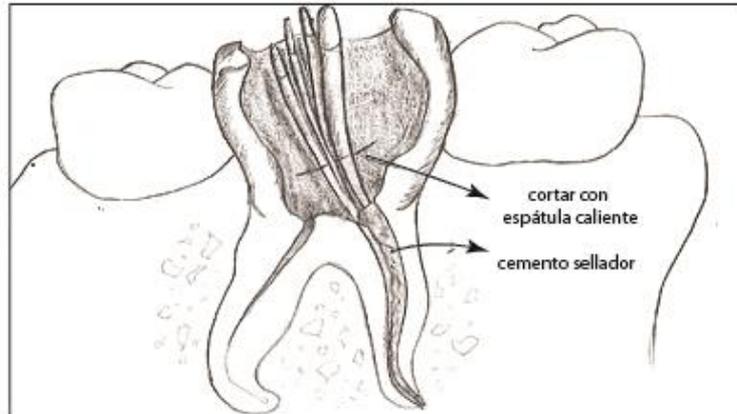
- En la obturación, se ingresa un cono maestro con cemento sellador.

- Luego se ingresan la cantidad de conos secundarios delgados hasta llenar totalmente el conducto.

- Se cortan los penachos de los conos de gutapercha y se los condensa para fijarlos con el cemento.

- Fade al diente completo y fade a negro.

10



**ANEXO II**  
**EJEMPLOS DE RENDERS**

