



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

ESCOM

Trabajo Terminal

ISCCR020-2011-0012/15

“Galería Inmersiva de Dinosaurios”
GID

*Que para cumplir con la opción de titulación curricular en la
carrera de*

“Ingeniería en Sistemas Computacionales”

Presentan

Omar González Reyes
Juan Carlos Regalado Enríquez
Juan Diego Kid Robles Pérez
Ángel Jesús Zerón Ramírez

Directores

M. en C. Martha Rosa
Cordero López

M. en C. Marco Antonio
Dorantes González

México D.F., a 17 de Febrero de 2015





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO



No. registro: ISCCR020-2011-0012/15

Febrero de 2015

Documento técnico

“Galería Inmersiva de Dinosaurios”

GID

Presentan

Omar González Reyes¹
Juan Carlos Regalado Enríquez²
Juan Diego Kid Robles Pérez³
Ángel Jesús Zerón Ramírez⁴

Directores

M. en C. Martha Rosa Cordero López
M. en C. Marco Antonio Dorantes González

RESUMEN

En el presente documento se describe de manera general en lo que se refiere al Análisis, Diseño, Desarrollo e Implementación de la galería inmersiva de dinosaurios (GID), en donde el usuario se siente parte de un ambiente virtual proyectado utilizando técnicas de realidad aumentada o extendida integrándose mediante lentes de realidad virtual, los cuales cuentan con una cámara y pequeñas pantallas en los ojos, para poder visualizar en tres dimensiones a algunos dinosaurios extintos del planeta, esto con fines educativos y de entretenimiento.

Palabras clave – Animación digital 3D, inmersión, realidad aumentada, reconocimiento de patrones

¹ ligerzxvn@hotmail.com

² traceurks@hotmail.com

³ zerocool.com@live.fr

⁴ chu_i236@hotmail.com

Advertencia

“Este informe contiene información desarrollada por la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional a partir de datos y documentos con derecho de propiedad y por lo tanto su uso quedar restringido a las aplicaciones que explícitamente se convengan.”

La aplicación no convenida exime a la escuela su responsabilidad técnica y da lugar a las consecuencias legales que para tal efecto se determinen.

Información adicional sobre este reporte técnico podrá obtenerse en:

En La Subdirección Académica de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, situada en Av. Juan de Dios Bátiz s/n Teléfono: 57296000 Extensión 52000

Agradecimientos

Doy gracias a mis padres (Francisco González y Alicia Reyes) y hermanos (Luis Ángel y Gabriela) por su amor y motivación para la realización de este logro.

A mis amigos y compañeros de Escom ya que sin ellos la estancia en esta institución habría sido diferente a cada uno le doy un saludo cordial ya que todos vamos por un mismo objetivo.

Agradezco al IPN y a la ESCOM por darme la oportunidad de pertenecer a ésta grandiosa comunidad politécnica y por formarme como ingeniero e inculcarme los ideales del instituto.

Y a cada una de las personas que directamente o indirectamente me ayudaron para poder realizar este gran logro.

A todos y cada uno de ellos, muchas gracias.

Omar González Reyes

Agradezco a todas las personas que siempre nos apoyaron para poder realizar este proyecto, principalmente a mis padres y amigos, así como también quiero agradecer a la Escuela Superior de Computo por brindarnos la base de conocimientos para poder realizar el mismo.

Juan Carlos Regalado Enríquez

A todas las personas que colaboraron en este trabajo terminal gracias a mis directores que me guiaron como unos segundos padres para la elaboración, a mi madre por ayudarme en mis estudios a mis sobrinos, hermanos consanguíneos y no consanguíneos y a todas las personas que me ayudaron a estar a donde estoy.

Juan Diego Kid Robles Pérez

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por todas las bendiciones que me ha dado y por permitirme llegar a cumplir esta meta tan importante en mi vida.

Especialmente a mis padres Silvia y Alfonso por sus consejos, los enormes sacrificios y el apoyo incondicional que me brindan siempre en todo lo que me propongo.

A mis hermanos Juan y Ricardo, sus esposas Karla y Lorena, y sus hijos Lizeth y Christian que de igual manera han estado ahí apoyándome en todo momento.

A todos mis amigos por los buenos deseos y la buena vibra, en especial los que asistieron a las presentaciones de TT gracias por su apoyo y por estar ahí en los momentos importantes.

A todos mis familiares y aquellas personas que de alguna manera estuvieron presentes a lo largo de este proyecto.

Ángel Jesús Zerón Ramírez

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE IMÁGENES	8
INTRODUCCIÓN	11
PERIODO TRIÁSICO	12
PERIODO JURÁSICO	13
PERIODO CRETÁCICO	15
1 MARCO TEÓRICO	17
1.1 REALIDAD AUMENTADA	17
1.2 HERRAMIENTAS	18
1.2.1 ARTOOLKIT.....	18
1.2.2. BLENDER.....	19
1.2.3 PROCESSING	22
1.2.4 MILKSHAPE 3D.....	22
2 PROBLEMÁTICA.....	23
2.1 OBJETIVOS.....	23
2.1.1 OBJETIVO GENERAL	23
2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
2.2 JUSTIFICACIÓN	23
2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	23
2.4 ESTADO DEL ARTE	24
TABLA 3. SISTEMAS EXISTENTES SIMILARES A GID.	25
3 ANÁLISIS	26
3.1 NARRATIVA.....	26
3.2 SUPERVISIÓN Y PLANIFICACIÓN DE RIESGOS	27
3.3 ANÁLISIS DE COSTOS	28
3.3.1 CÁLCULO DEL FACTOR DE AJUSTE.....	33
3.4 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	36
3.4.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	37
3.4.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES.....	38
4 DISEÑO.....	39
4.1 MODELADO UML	39
4.2 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO	39
4.2.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL SISTEMA	40
4.2.2 DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO	41

4.3 DIAGRAMAS DE SECUENCIA.....	59
4.4 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.....	74
4.5 DIAGRAMA DE CLASES	77
5 DESARROLLO	78
5.1 PROCESO DE MODELADO DE LOS DINOSAURIOS.....	78
5.2 DESARROLLO DE LA PLATAFORMA DE VIBRACIÓN	81
5.2.1 CIRCUITO DE CONTROL DE LA VIBRACIÓN.....	82
5.3 PANTALLAS GID PROGRAMA PRINCIPAL.....	85
6 TRABAJO A FUTURO	92
7 CONCLUSIONES.....	93
8 ANEXOS	94
9 REFERENCIAS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPARACIÓN DE EXTENSIONES DE ARTOOLKIT.	19
TABLA 2.COMPARACIÓN DE SOFTWARE DE MODELADO EN 3D.....	21
TABLA 3. SISTEMAS EXISTENTES SIMILARES A GID.....	25
TABLA 4. SUPERVISIÓN Y PLANIFICACIÓN DE RIESGOS.	27
TABLA 5. IDENTIFICACIÓN DE FUNCIONES.	28
TABLA 6. CLASIFICACIÓN DE FUNCIONES.....	29
TABLA 7. ARCHIVOS DE INTERFAZ EXTERNA.....	29
TABLA 8. ENTRADAS EXTERNAS.	30
TABLA 9. SALIDAS EXTERNAS.	30
TABLA 10. CONSULTAS EXTERNAS.	31
TABLA 11. CÁLCULO DE LOS PUNTOS DE FUNCIÓN NO AJUSTADOS.....	32
TABLA 12. FACTOR DE AJUSTE.....	34
TABLA 13. PUNTOS DE FUNCIÓN.....	35
TABLA 14. TABLA DE CONSTANTES PARA REALIZAR LOS CÁLCULOS.	35
TABLA 15. ANÁLISIS DE COSTOS FINAL.	36
TABLA 16. DESCRIPCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA.....	37

TABLA 17. DESCRIPCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DEL SISTEMA.....	38
---	----

ÍNDICE DE IMÁGENES

FIGURA 1. PAREJA DE DINOSAURIOS.....	12
FIGURA 2. CONTINENTE DEL PERIODO TRIÁSICO LLAMADO PANGEA.	13
FIGURA 3. DINOSAURIO DEL PERIODO JURÁSICO LLAMADO ALLOSAURIO. .	14
FIGURA 4. DINOSAURIO DEL PERIODO JURÁSICO LLAMADO DIPLODOCUS. .	14
FIGURA 6. MAMÍFEROS Y DINOSAURIOS CONVIVIENDO DURANTE EL PERIODO CRETÁCICO.....	16
FIGURA 7. MODELO 3D DE UN BEISBOLISTA MOSTRADO CON REALIDAD AUMENTADA.....	17
FIGURA 8. APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA	19
FIGURA 9. LOGOTIPO DEL SOFTWARE DE MODELADO BLENDER.	20
FIGURA 10. DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL SISTEMA.....	40
FIGURA 10.1 CASO DE USO INICIAR SISTEMA.....	41
FIGURA 10.2. CASO DE USO ADMINISTRAR AMBIENTE.....	42
FIGURA 10.3. CASO DE USO ELEGIR AMBIENTE.....	43
FIGURA 10.4. CASO DE USO AGREGAR AMBIENTE.....	44
FIGURA 10.5. CASO DE USO ELIMINAR AMBIENTE.....	45
FIGURA 10.6. CASO DE USO ADMINISTRAR MODELOS.	46
FIGURA 10.7. CASO DE USO ELEGIR MODELO.	47
FIGURA 10.8. CASO DE USO AGREGAR MODELO.	48
FIGURA 10.9 CASO DE USO ELIMINAR MODELO.	49
FIGURA 10.10. CASO DE USO EJECUTAR ANIMACIÓN.....	50
FIGURA 10.11. CASO DE USO CAMBIAR MODELO.	51
FIGURA 10.12. CASO DE USO CAMBIO ALEATORIO.	52
FIGURA 10.13. CASO DE USO DETENER.....	53
FIGURA 10.14. CASO DE USO CAMBIAR CONTRASEÑA.....	54

FIGURA 10.15. CASO DE USO CONVERTIR SEÑAL.	55
FIGURA 10.16. CASO DE USO GENERAR VOLTAJE.....	56
FIGURA 10.17. CASO DE USO CONTROL DE LA BASE	57
FIGURA 10.18. CASO DE USO VISUALIZAR ANIMACIÓN.	58
FIGURA 11. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA INICIAR EL SISTEMA.....	59
FIGURA 12. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA ADMINISTRACIÓN DEL AMBIENTE.	60
FIGURA 13. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA ELEGIR EL AMBIENTE QUE SE VA A UTILIZAR.	61
FIGURA 14. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA AGREGAR UN AMBIENTE.	62
FIGURA 15. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA ELIMINAR UN AMBIENTE.	63
FIGURA 16. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA ADMINISTRAR LOS MODELOS.	64
FIGURA 17. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA ELEGIR LOS MODELOS QUE SE MOSTRARÁN EN LA ANIMACIÓN.....	65
FIGURA 18. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA AGREGAR UN MODELO NUEVO.	66
FIGURA 19. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA ELIMINAR UN MODELO.....	67
FIGURA 20. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EJECUTAR LA ANIMACIÓN....	68
FIGURA 21. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA CAMBIAR LOS MODELOS CARGADOS EN LA ANIMACIÓN.....	69
FIGURA 22. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA CAMBIAR ALEATORIAMENTE LOS MODELOS CARGADOS EN LA ANIMACIÓN.....	70
FIGURA 23. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA DETENER LA ANIMACIÓN.	71
FIGURA 24. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA CAMBIAR LA CONTRASEÑA DE ACCESO AL SISTEMA.....	72
FIGURA 25. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CONTROL DE LA BASE.....	73
FIGURA 26. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.	74
FIGURA 26.1. CONTINUACIÓN DEL DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.	75
FIGURA 26.2. CONTINUACIÓN DEL DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.	76
FIGURA 27. DIAGRAMA DE CLASES.....	77
FIGURA 28 MODELADO DE DINOSAURIO.	78

FIGURA 28.1 APLICACIÓN DE LOS MODIFICADORES.	78
FIGURA 28.2 VISUALIZACIÓN DEL MODELO SIN TEXTURA Y SIN ANIMACIÓN.	79
FIGURA 29 APLICACIÓN DEL MAPEO UV.....	79
FIGURA 29.1 APLICACIÓN DE COLOR AL MAPA UV	80
FIGURA 30 ANIMACIÓN DEL MODELO	80
FIGURA 30.1 ANIMACION DEL MODELO	81
FIGURA 31 DISEÑO FINAL DE LA BASE.....	81
FIGURA 31.1 MOTOR DE LA BASE	82
FIGURA 32 DISEÑO DEL CIRCUITO.....	83
FIGURA 32.1 INTERFAZ USB	83
FIGURA 32.2 SALIDA DEL CIRCUITO DE CONTROL	84
FIGURA 32.3 CIRCUITO TERMINADO	84
FIGURA 33 PANTALLA DE ACCESO A USUARIO.....	85
FIGURA 33.1 NOTIFICACIÓN DE USUARIO Y/O CONTRASEÑA INVÁLIDOS.....	85
FIGURA 33.2 PANTALLA PRINCIPAL DEL SISTEMA GID.....	86
FIGURA 33.3 ALERTA QUE NO SE AGREGARON MODELO Y AMBIENTE	86
FIGURA 33.4 SELECCIÓN DE MODELO.....	87
FIGURA 33.5 SELECCIÓN DE LA CARPETA DEL MODELO.....	87
FIGURA 33.6 VALIDACIÓN DE QUE LA CARPETA CONTENEDORA NO TIENE LOS ARCHIVOS SUFICIENTES	88
FIGURA 33.7 ELIMINAR MODELO	88
FIGURA 33.8 ADMINISTRAR AMBIENTE.....	89
FIGURA 33.9 CAMBIAR CONTRASEÑA.....	89
FIGURA 33.10 EJECUCIÓN DEL SISTEMA.....	90
FIGURA 33.11 CAPTURAS DEL PROGRAMA EN FUNCIONAMIENTO	90
FIGURA 33.12 CAPTURAS DEL PROGRAMA EN FUNCIONAMIENTO	91

INTRODUCCIÓN

Para entender los orígenes de los dinosaurios es necesario comprender algunos de los principios básicos de la evolución. Los geólogos dividieron la historia de la Tierra según un estándar internacional que fue establecido entre 1820 y 1870, y todavía es mejorado y refinado constantemente. Las divisiones del tiempo geológicas se basan en estudios de la secuencia de los fósiles a lo largo del tiempo y en datos radiométricos exactos de millones de años. [3]

Los dinosaurios vivieron durante el período histórico conocido como la Era Mesozoica, la cual comenzó 250 millones de años atrás y terminó 65 millones de años atrás.[6]

La era mesozoica comprende tres periodos: triásico, jurásico y cretácico. A lo largo de esta era surgió una gran diversidad de especies de reptiles por lo que se le conoce también como la Era de los reptiles.

Entre la fauna terrestre dominante de Mesozoico se encuentran varias especies de dinosaurios (en la Figura1 podemos apreciar una pareja de dinosaurios en su hábitat).

Geológicamente durante esta Era se separan los continentes, o islas, que estaban reunidas en un único continente gigantesco al que llamamos Pangea y los continentes en la superficie de la Tierra comienzan a tomar el aspecto actual. [7]

No se produjeron grandes movimientos orogénicos y el clima en general era bastante estable, cálido y húmedo. Esto permitió que se desarrollaran ampliamente los vertebrados y que los reptiles alcanzaran un extraordinario desarrollo y tamaño gigantesco. Algunos reptiles aprendieron a volar, como el ranforrinco, que era semejante al murciélago.

En esta era desaparecieron grandes grupos de animales como los trilobites, graptolites y peces acorazados.

Se renovó la flora y la fauna: las gimnospermas, plantas vasculares que forman semillas pero carecen de flores, desplazaron a los helechos. Al final de la Era aparecieron las plantas llamadas angiospermas. Angiosperma (del latín angi, encerrada y del griego sperma, semilla), son plantas vasculares que poseen ovario y semillas encerradas en él, flores y frutos. Este salto evolutivo incidió profundamente en la Vida animal, ya que estas plantas constituyen la fuente de la mayor parte de los alimentos en que los seres humanos y otros mamíferos basamos nuestra subsistencia y constituyen la base de muchas materias primas y productos naturales.[8]



Figura 1. Pareja de dinosaurios.

PERIODO TRIÁSICO

Durante el Triásico, casi todas las masas de tierra del planeta estaban concentradas en un sólo supercontinente que se situaba más o menos sobre el ecuador, llamado Pangea (en la Figura 2 se aprecia este supercontinente). [4]

Un extenso golfo que se abría en su parte oeste formaba el Mar de Tethys. El resto de las aguas formaban el océano de Panthalassa.

Al final del Triásico comenzaron los movimientos de ruptura que provocaron la fragmentación de Pangea.

El clima durante el Triásico fue generalmente cálido y seco. No hay evidencia de glaciaciones ni siquiera cerca de los polos. El gran tamaño de Pangea motivó que su clima fuese fuertemente continental, con inviernos fríos y veranos muy calurosos.

Podemos dividir las formas de vida existentes en el Triásico en tres grandes grupos: los que superaron la gran extinción de finales del Pérmico, los nuevos grupos surgido durante el

Triásico pero que no superaron la extinción con la que terminó este periodo, y aquellos otros que sobrevivieron durante todo el Mesozoico.

En el mar, nuevos tipos de coral aparecieron a principios del Triásico, formando arrecifes de tamaño moderado comparados con los del Devónico, o incluso con los actuales. Existían varios tipos de reptiles marinos, incluyendo los primeros Plesiosaurios e Ictiosaurios.

Sobre la tierra, las plantas dominantes incluían los licofitos, las cicadáceas y los glosopteridios. Las coníferas se expandieron sobre el hemisferio norte. [9]



Figura 2. Continente del periodo triásico llamado Pangea.

PERIODO JURÁSICO

El jurásico es el periodo geológico central de la era mesozoica, comenzó hace 199 millones de años y acabó hace 145 millones de años. Este periodo se caracteriza por la hegemonía de los dinosaurios y por la fragmentación de Pangea en los continentes Laurasia y Gondwana. En este periodo el mar ascendió cubriendo enormes extensiones de Norteamérica y Europa. Cuando se fragmentó pangea, la vegetación volvió a poblar el mundo, el calor y el clima húmedo permitió que las junglas formaran parte de gran cantidad de paisajes jurásicos, en los bosques se distinguen los tipos de coníferas, los helechos y palmeras, en esta época no habían aparecido los arboles de fruta y las flores.

Esta época fue la oportunidad para que los dinosaurios se diversificaran, alcanzando grandes tamaños y formas distintas (en las Figuras 3,4 y 5 se muestran algunos dinosaurios del periodo jurásico). [5]

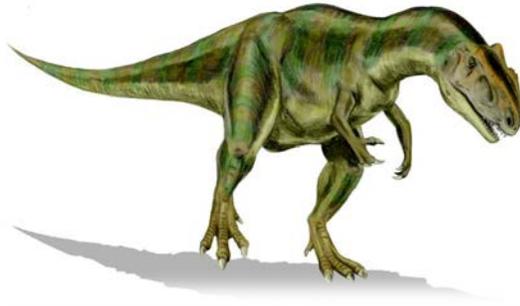


Figura 3. Dinosaurio del periodo jurásico llamado Allosaurio.

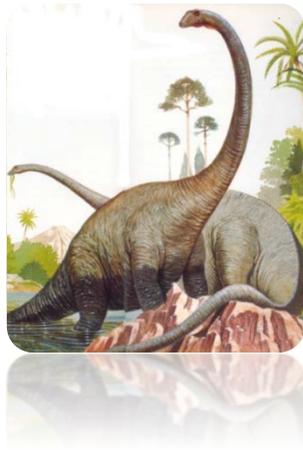


Figura 4. Dinosaurio del periodo jurásico llamado Diplodocus.



Figura 5. Dinosaurio del periodo jurásico llamado Estegosaurio.

PERIODO CRETÁCICO

Es el último período de la era Mesozoica. Durante el Cretácico, el supercontinente de Pangea completó su división en los continentes actuales, aunque sus posiciones diferían radicalmente de las que presenta hoy en día. La apertura del Océano Atlántico que comenzó en el Jurásico dio lugar a importantes orogénias y al surgimiento de cadenas montañosas en Norteamérica.

Aunque Gondwana permanecía intacta a comienzos del Cretácico, durante este periodo se desgajaron Australia, la Antártida y América del Sur. El resto del antiguo continente estaba constituido por África, además de un bloque del que terminaron separándose, unidas, la India y Madagascar.

Todos estos movimientos provocaron el surgimiento de grandes cadenas montañosas submarinas y la elevación del nivel del mar, fenómeno conocido como transgresión. En su punto culminante, aproximadamente la tercera parte de las actuales zonas continentales estaban sumergidas.

Durante el Cretácico se depositaron más calizas que en ningún otro periodo. Esto se debió a un enriquecimiento en calcio de los océanos, junto a una mayor diversidad de formas de vida que disponían de este calcio para formar sus esqueletos, principalmente nanoplacton.

El clima fue muy cálido durante el Cretácico. No había hielo en los polos. Por tanto, el nivel de los océanos era muy superior al actual, y grandes zonas de corteza continental estaban cubiertas por mares someros.

El Mar de Tethys conectaba los dos grandes océanos de este a oeste, contribuyendo a mantener estable el clima global. Fósiles de plantas y animales propios de climas templados han sido encontrados cerca de los lugares en los que se encontraban entonces los polos.

Las plantas angiospermas se difundieron ampliamente durante este periodo, aunque no llegaron a ser predominantes hasta el final del mismo. Muchos de los tipos de árboles que existen en la actualidad tienen sus orígenes en el Cretácico.

En la Tierra, los mamíferos continuaron siendo un componente menor de la fauna, que seguía dominada por los dinosaurios, que alcanzaron ahora su mayor diversidad (en la Figura 6 se muestran algunos mamíferos y dinosaurios del periodo cretácico). La diversificación de los insectos seguramente guarda una estrecha relación con la expansión de las angiospermas.[10]



Figura 6. Mamíferos y dinosaurios conviviendo durante el periodo cretácico

Los dinosaurios sin duda son de los animales más sorprendentes que han habitado el planeta, por lo cual causan gran interés entre las personas, es por esto que hemos decidido ocupar este tema en nuestro trabajo.

A pesar de las extensas investigaciones hechas por diversos antropólogos aún no se tienen datos exactos de cómo es que se comportaban, vivían y eran los dinosaurios, a pesar de esto, los fósiles han permitido a antropólogos e investigadores darse una idea de cómo eran estos grandes reptiles, gracias a esto podemos basarnos en esos modelos para realizar nuestro trabajo terminal.

1 MARCO TEÓRICO

A continuación se explican brevemente los temas principales que abarca nuestro trabajo terminal.

1.1 REALIDAD AUMENTADA

La realidad aumentada (en inglés “augmented reality” ó AR) es una tecnología que permite la superposición, en tiempo real, de imágenes generadas por una computadora sobre imágenes del mundo real. En un entorno de este tipo, el usuario puede, además, interactuar con los objetos virtuales usando objetos reales de una forma transparente. Es decir, se trata de incorporar información virtual al mundo real de una manera tal que el usuario pueda llegar a pensar que forma parte de su realidad cotidiana (en la Figura 7 se muestra un ejemplo de realidad aumentada).

Para hacer una buena aplicación de realidad aumentada se necesitan al menos cuatro componentes básicos que son:

- Un elemento que capture las imágenes de la realidad que están viendo los usuarios. Basta para ello una sencilla cámara de las que están presentes en las computadoras o en los teléfonos móviles.
- Un elemento sobre el que proyectar la mezcla de las imágenes reales con las imágenes sintetizadas. Para ello se puede utilizar la pantalla de una computadora, de un teléfono móvil o unos lentes con cámara integrada.
- Un elemento de procesamiento, o varios de ellos que trabajan conjuntamente. Su cometido es el de interpretar la información del mundo real que recibe el usuario, generar la información virtual que cada servicio concreto necesite y mezclarla de forma adecuada.
- Un elemento al que llamaremos “activador de realidad aumentada”. En un mundo ideal el activador sería la imagen que están visualizando los usuarios, ya que a partir de ella el sistema debería reaccionar.



Figura 7. Modelo 3D de un beisbolista mostrado con realidad aumentada

1.2 HERRAMIENTAS

Las herramientas principales que se utilizaron para el desarrollo del trabajo terminal fueron:

- ARToolKit
- Blender
- Processing
- MilkShape 3D

A continuación se explican brevemente.

1.2.1 ARTOOLKIT

ARToolKit es una biblioteca de software para la construcción de aplicaciones de Realidad Aumentada (AR). Estas son las aplicaciones que implican la superposición de imágenes virtuales en el mundo real (En la Figura 8 se muestra un ejemplo de una aplicación de AR).

Una de las principales dificultades en el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada es la dificultad de localizar el punto de vista los usuarios. Con el fin de saber de qué punto de vista para dibujar las imágenes virtuales, la aplicación necesita saber dónde está el usuario en el mundo real.

ARToolKit utiliza algoritmos de visión por computadora para resolver este problema. Las bibliotecas de vídeo ARToolKit calculan la posición de la cámara real y orientación relativa a los marcadores en tiempo real. Esto permite el fácil desarrollo de una amplia gama de aplicaciones de Realidad Aumentada [17]. Algunas de las características de ARToolKit incluyen:

- Posición de cámara única / orientación de seguimiento.
- Código de seguimiento que utiliza simples cuadrados de color negro.
- La capacidad de usar cualquier marcador que contenga patrones cuadrados.
- Fácil calibración de la cámara.
- Lo suficientemente rápido en tiempo real para aplicaciones de RA.
- Disponible para SGI IRIX, Linux, MacOS y las distribuciones del sistema operativo Windows.
- Distribuido con el código fuente completo.

ARToolKit cuenta con algunas extensiones, las cuales nos permiten realizar aplicaciones en diferentes lenguajes de programación (En la Tabla 2 se muestra una comparación de los extensiones de ARToolKit) y se eligió NyARToolKit ya que esta soporta el uso de materiales, texturas y animaciones en los modelos 3D, y además podemos elegir entre tres lenguajes de programación para el desarrollo de aplicaciones.

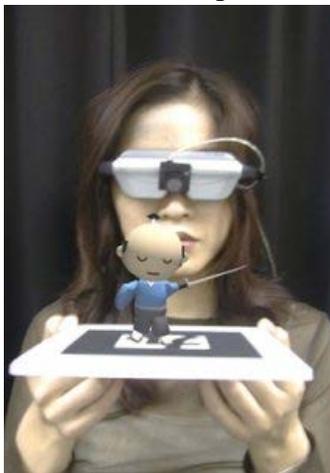


Figura 8. Aplicación de Realidad Aumentada

Tabla 1. Comparación de extensiones de ARToolKit.

CARACTERÍSTICAS	ARTOOLKIT	NyARTOOLKIT	FLARTOOLKIT	PyARTOOLKIT
LENGUAJE	C++	JAVA C++ C#	FLASH	PYTHON
ANIMACIONES	No	Si	Si	No
MATERIALES	Si	Si	Si	Si
TEXTURAS	Si	Si	Si	Si

1.2.2. BLENDER

Blender es un programa informático multiplataforma, dedicado especialmente al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales [18].

El programa fue inicialmente distribuido de forma gratuita pero sin el código fuente, con un manual disponible para la venta, aunque posteriormente pasó a ser software libre. Actualmente es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, Linux, Solaris, FreeBSD e IRIX (en la Figura 9 se muestra el logotipo de Blender).

Tiene una muy peculiar interfaz gráfica de usuario, que se critica como poco intuitiva, pues no se basa en el sistema clásico de ventanas; pero tiene a su vez ventajas importantes sobre éstas, como la configuración personalizada de la distribución de los menús y vistas de cámara.

Características:

- Multiplataforma, libre, gratuito y con un tamaño de origen realmente pequeño comparado con otros paquetes de 3D, dependiendo del sistema operativo en el que se ejecuta.
- Capacidad para una gran variedad de primitivas geométricas, incluyendo curvas, mallas poligonales, vacíos, NURBS, metaballs.
- Junto a las herramientas de animación se incluyen cinemática inversa, deformaciones por armadura o cuadrícula, vértices de carga y partículas estáticas y dinámicas.
- Edición de audio y sincronización de video.
- Características interactivas para juegos como detección de colisiones, recreaciones dinámicas y lógica.
- Posibilidades de renderizado interno versátil e integración externa con potentes trazadores de rayos o "raytracer" libres como kerkythea, YafRay o Yafrid.⁴
- Lenguaje Python para automatizar o controlar varias tareas.
- Blender acepta formatos gráficos como TGA, JPG, Iris, SGI, o TIFF. También puede leer ficheros Inventor.
- Motor de juegos 3D integrado, con un sistema de ladrillos lógicos. Para más control se usa programación en lenguaje Python.
- Simulaciones dinámicas para softbodies, partículas y fluidos.
- Modificadores apilables, para la aplicación de transformación no destructiva sobre mallas.
- Sistema de partículas estáticas para simular cabellos y pelajes, al que se han agregado nuevas propiedades entre las opciones de shaders para lograr texturas realistas.



Figura 9. Logotipo del software de modelado Blender.

En la Tabla 2 se observa una comparación de diferentes herramientas de modelado en 3D que se consideraron para el desarrollo del trabajo terminal.

Tabla 2. Comparación de software de modelado en 3D

	Autodesk 3ds max 9 2012	Autodesk Maya	Blender 3D 2.49b	Luxology Modo 501
Precio	\$ 3,495	\$ 3,500	Gratis	\$ 995
Plataformas				
Tiempo promedio de aprendizaje	< 2 meses	< 3 meses	< 3 meses	< 1 mes
VRML / X3D	VRML 97	VRML 2	VRML 1 & 97	X3D
Rendering	Interno, Mentalray	Internal, Mentalray	Interno	Interno
Herramientas de animación	Muy buenas	Excelentes	Buenas	Bajas
Modelado	Excelente	Muy buena	Buena	Muy buena
Características únicas	Biped ParticlesFlow	PaintFX Fluids Nucleus	3DRT Sculpting Edición de video	Painting Render Sculpting
Scripting Dev.	Maxscript	MEL, Python	Python	Perl, Lua, Python
3D Realtime / VR	Excelente	Muy buena	Muy buena	Buena

Como herramienta de modelado se eligió Blender por que nos brinda las características necesarias para realizar los modelos en 3D y la principal ventaja es que su licencia es gratuita, por lo tanto se reducen nuestros costos.

1.2.3 PROCESSING

Processing es un lenguaje de programación de código abierto y el medio ambiente para las personas que quieren crear imágenes, animaciones e interacciones. Inicialmente desarrollado para servir como un cuaderno de bocetos de software y para enseñar los fundamentos de la programación de computadoras dentro de un contexto visual, el tratamiento también se ha convertido en una herramienta para la generación de terminado el trabajo profesional. En la actualidad, hay decenas de miles de estudiantes, artistas, diseñadores, investigadores y aficionados que utilizan el procesamiento para el aprendizaje, creación de prototipos y la producción. [19]

Características:

- Gratuito y de código abierto, Multiplataforma
- Más de 100 librerías para ampliar el software en sonido y video
- Integración OpenGL para aceleración en 3D

1.2.4 MILKSHAPE 3D

MilkShape 3D (MS3D) es un Shareware baja polígonos 3D de modelado programa creado por Mete Ciragan. Se utiliza principalmente por la gente compilación de los modelos de *Half-Life*, *Blockland*, *Los Sims 2*, *Los Sims 3* y otros sandbox, el repertorio de MilkShape 3D de las capacidades de exportación se ha ampliado considerablemente, debido a los esfuerzos tanto de su creador y la comunidad alrededor de él, y ahora es capaz de ser utilizado para la mayoría juegos de hoy en día, siempre y cuando un exportador para el formato requerido está disponible. [20]

MilkShape 3D tiene todas las operaciones básicas como seleccionar, mover, rotar, escalar, extrusión, con el borde a su vez, se subdividen, por mencionar sólo algunos. MilkShape 3D también permite edición de bajo nivel con el vértice y cara herramienta. Primitivas estándar y extendido como esferas, cajas, y los cilindros están disponibles. MilkShape 3D se puede exportar a más de 70 formatos de archivo.

MilkShape 3D es un animador de los "esqueletos". Además de apoyar su propio formato de archivo, MilkShape 3D es capaz de exportar a la animación morph objetivo como los que en los formatos de Quake. Se ha dado a conocer como un convertidor útil desde un formato a otro. MilkShape se utilizo para animar en el modo "Armature" y permite más "frames" en la animación

2 PROBLEMÁTICA

En México existen diversos museos en los cuales se exponen galerías de dinosaurios, pero la mayoría de las veces estas son estáticas, sin movimiento, además de representar un gran costo ya que requieren gran material didáctico como por ejemplo los modelos de dinosaurios o fósiles además con el tiempo estos materiales se desgastan, algunas veces a pesar de esto algunas exposiciones resultan ser tanto aburridas como tediosas, debido a la falta de interacción con el público.

2.1 OBJETIVOS

A continuación se describe el objetivo general y los objetivos específicos del trabajo terminal.

2.1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del trabajo terminal es diseñar y desarrollar una galería de dinosaurios mediante inmersión y realidad virtual para entretenimiento y educación del público en general.

2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Generar ambientes virtuales para proporcionar al usuario una inmersión total.
- 2.- Diseñar un entorno físico en el cual se puedan percibir los factores del medio.
- 3.- Diseñar el sistema de software (galería, motores, movimiento, secuencias).
- 4.- Diseñar la interfaz integradora de periféricos la cual controlara los movimientos de los instrumentos de ambientación.
- 5.-Integrar sonidos de ambientación de acuerdo a el entorno simulado.

2.2 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo terminal se hace con el fin de tener una galería que sea portable, lo que permitirá la conservación de las muestras expuestas en museos o exposiciones, además permitirá ver a los dinosaurios en su hábitat y en movimiento lo cual solo ha sido posible mediante maquetas y dinosaurios robotizados muy costosos.

El problema principal es que en este tipo de galerías o exposiciones solo pueden ver dinosaurios estáticos o en algunos casos en movimiento pero resultan ser muy costosas. Con el presente trabajo terminal se reducirán estos costos así como también se le dará al usuario una mejor idea de cómo eran los dinosaurios en su habitat natural.

2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Hoy en día las personas buscan nuevas y tecnológicas formas de entretenimiento, por esto mismo hemos decidido desarrollar este sistema, donde el usuario podrá ver las imágenes de dinosaurios generadas en 3D mediante la técnica de realidad aumentada y además sentirse inmerso en el ambiente que se esté proyectando.

2.4 ESTADO DEL ARTE

Actualmente existen diversas aplicaciones apoyadas en la técnica de Realidad Aumentada, dichas aplicaciones están orientadas al ámbito publicitario, arquitectónico e industrial aunque también existen aplicaciones orientadas a la reconstrucción de sitios arqueológicos, tales aplicaciones son presentadas en museos culturales o en festivales tecnológicos.

Para esta sección contemplamos solo aplicaciones que tienen relación con el proyecto descrito en éste documento con la finalidad de obtener una comparación en base al funcionamiento de nuestra aplicación.

Sistemas similares que se han desarrollado, tales sistemas han sido desarrollados por empresas ya consolidadas y por Instituciones educativas que fomentan el desarrollo de estas aplicaciones:

1. Dinosaurs Alive! (Augmented Reality Book).[11]
2. 3-D Dinosaur. [12]
3. Dinosaurs in the Gardens!! The Royal Tasmanian Botanical Gardens are participating in National Science Week August 13th- 21st. [13]
4. Parque TheFutureis Wild ubicado en Francia. [14]
5. Exhibición “Dinosaurs-Miracle of theDeser” en Chiba, Japón. [15]
6. Aplicación realizada por Metaio para iCitizen 2010 Symposium. [16]

Tabla 3. Sistemas existentes similares a GID.

SOFTWARE	CARACTERÍSTICAS	PRECIO EN EL MERCADO
Dinosaurs Alive! (Augmented Reality Book)	Utiliza realidad aumentada mediante una webcam, la cual reconoce las páginas del libro mediante marcas para así presentar un modelo en 3D del dinosaurio presentado	£14.99 (Aprox. \$320)
3-D Dinosaur	Es un libro en el cual mediante marcas que reconoce una webcam presenta sobre el libro visto desde la webcam una animación del dinosaurio, también hay un libro referente a partes del cuerpo que utiliza la misma tecnología empleada	\$17.99 US (Aprox. \$245)
Dinosaurs in the Gardens!! The Royal Tasmanian Botanical Gardens are participating in National Science Week August 13th-21st	<p>Aplicación desarrollada para teléfonos inteligentes, mediante el uso de la cámara y el sistema de posicionamiento global del mismo, indica los puntos en donde es posible ver con la cámara un modelo en 3D de un dinosaurio.</p> <p>Combina elementos de realidad aumentada con modelos en 3D de los dinosaurios</p>	No se especifica precio.
Parque TheFutureis Wild ubicado en Francia	<p>Desarrollada en Abril de 2008, esta atracción ofrece al espectador la experiencia de interactuar con animales futurísticos CG que podrían existir en unos millones de años en el contexto de cinco entornos diferentes.</p> <p>Durante esta experiencia, el espectador interactúa con esas criaturas con unas gafas especiales y con un sensor en la mano.</p>	No se especifica precio.
Exhibición “Dinosaurs-Miracle of theDesert” en Chiba, Japón	<p>Se desarrolla en julio del 2009, con un sistema de video de Canon que genera una visión amplia en 3D, los visitantes podrán ver dinosaurios en tercera dimensión moverse ahí mismo en el museo.</p> <p>Estos dinosaurios, animados por computadora, son casi de tamaño real. En total se exhibirán 206 especímenes.</p>	No se especifica precio.
Aplicación realizada por Metaio para iCitizen 2010 Symposium	Muestra una animación en 3D de un dinosaurio al leer una marca con la cámara de un teléfono inteligente.	No se especifica precio.

3 ANÁLISIS

A continuación se presenta la etapa de análisis en la cual se reúnen y especifican las características funcionales y no funcionales, que deberá cumplir el trabajo terminal, así como los costos de este.

3.1 NARRATIVA

El presente trabajo terminal es una galería inmersiva de dinosaurios, en la cual una persona se coloca los lentes de realidad aumentada para ver a los dinosaurios en su ambiente, integrando sonidos acorde con lo que está sucediendo en la proyección, además se cuenta con una base mediante la cual se pueden sentir vibraciones que van de acuerdo a los movimientos de los dinosaurios.

En el ambiente proyectado se muestra la flora y el terreno de acuerdo al hábitat de los dinosaurios; para esto utilizamos la realidad virtual. Los dinosaurios son modelos en 3D hechos con la aplicación de software libre llamada Blender, estos se asignan cada uno a una marca para sobreponerlos en el ambiente mediante la realidad aumentada.

El sonido es coordinado por medio de la computadora y las vibraciones de la base se mandan mediante la programación de un micro-controlador conectado a una computadora.

Nuestro sistema se encarga de coordinar todos los elementos antes mencionados siendo el administrador el único que pueda controlar qué ambiente y qué dinosaurios se van a mostrar al usuario final.

3.2 SUPERVISIÓN Y PLANIFICACIÓN DE RIESGOS

En la Tabla 4 se muestran los posibles riesgos que pueden afectar al desarrollo del trabajo terminal, así como la planificación de cada uno de ellos.

Tabla 4. Supervisión y planificación de riesgos.

Riesgo	Supervisión y planificación
Acceso no autorizado al sistema	Implementar medidas de seguridad que brinden acceso al sistema solo a personal autorizado.
Indisponibilidad de herramientas de diseño y/o desarrollo de sistema	Verificar de forma oportuna las herramientas que se disponen para el diseño y desarrollo del sistema, para planificar correctamente el tiempo de desarrollo.
Diseño inadecuado del sistema	Dar un seguimiento detallado al proceso de diseño del proyecto, verificando que se sigan fielmente las técnicas adecuadas para el desarrollo de sistemas.
Deserción de algún elemento del equipo	Informar del percance sucedido y solicitar una ampliación en el plazo de entrega del proyecto.
Falta de capacidad del personal	Capacitar al personal de desarrollo y soporte del proyecto de manera adecuada.
Sistema no mantenible	Desarrollar un diseño mantenible en todo momento y en toda circunstancia adoptando técnicas de diseño preestablecidas y confiables.
Mala planificación de costos del proyecto	Evaluar detalladamente todos los gastos que estime el proyecto, considerando un rango de dinero sobre lo considerado para solventar cualquier contratiempo en los costos.
Cambio de requerimientos	Definir claramente los requerimientos planteados con la finalidad de no tener retrasos futuros en tiempo, de ser cambiados durante el desarrollo del proyecto, concientizarse del costo - tiempo extra sobre lo presupuestado del proyecto.

3.3 ANÁLISIS DE COSTOS

En ese punto se describe una estimación de costos basada en COCOMO II. Este modelo permite realizar estimaciones en función del tamaño del software, y de un conjunto de factores de costo y de escala. Los factores de costo describen aspectos relacionados con la naturaleza del producto, hardware utilizado, personal involucrado, y características propias del trabajo terminal. En las siguientes tablas (5-11) se muestra a detalle este análisis.

Tabla 5. Identificación de funciones.

Identificación de funciones	
Archivos logicos del sistema	
	Modelos de ambientes
	Modelos de Dinosaurios
	Registro por dinosaurio
	Archivos de audio
Archivos de interfaz externa	
	Contraseña
Entradas externas	
	Elegir ambiente
	Agregar ambiente
	Agregar animación y marca
	Eliminar animación y marca
Salidas externas	
	Dinosaurios
	Escenario
	Audio
	Convertir señal
	Movimiento Plataforma
Consultas externas	
	Entrada al sistema Administración
	Entrada como cliente
	Pantalla gestora de Dinosaurios
	Pantalla gestora de Escenarios

Tabla 6. Clasificación de funciones.

Clasificación de funciones	
Archivos lógicos del sistema	
Modelos de ambientes	
	Datos elementales referenciados: 1
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: COMPLEJA
Modelos de Dinosaurios	
	Datos elementales referenciados: 3
	Registros lógicos referenciados: 28
	Grado de la función: COMPLEJA
Registro por dinosaurio	
	Datos elementales referenciados: 3
	Registros lógicos referenciados: 28
	Grado de la función: SIMPLE
Archivos de audio	
	Datos elementales referenciados: 3
	Registros lógicos referenciados: 28
	Grado de la función: SIMPLE

Tabla 7. Archivos de interfaz externa.

Archivos de interfaz externa	
Contraseña	
	Datos elementales referenciados: 1
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: SIMPLE

Tabla 8. Entradas externas.

Entradas externas	
Elegir ambiente	
	Datos elementales referenciados: 28
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: MEDIA
Agregar ambiente	
	Datos elementales referenciados: 28
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: COMPLEJA
Agregar animacion y marca	
	Datos elementales referenciados: 28
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: COMPLEJA
Eliminar animacion y marca	
	Datos elementales referenciados: 28
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: COMPLEJA

Tabla 9. Salidas externas.

Salidas externas	
Dinosaurios	
	Datos elementales referenciados: 4
	Registros lógicos referenciados: 5
	Grado de la función: MEDIA
Escenario	
	Datos elementales referenciados: 3
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: MEDIA
Audio	
	Datos elementales referenciados: 1
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: MEDIA
Convertir señal	
	Datos elementales referenciados: 1
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: COMPLEJA
Movimiento de plataforma	
	Datos elementales referenciados: 1
	Registros lógicos referenciados: 1
	Grado de la función: COMPLEJA

Tabla 10. Consultas externas.

Consultas externas		
Entradas al sistema de administración		
	Parte de Entrada	Parte de Salida
Datos elementales referenciados	3	1
Archivos lógicos referenciados	3	3
Grado de la función	SIMPLE	COMPLEJA
Grado de la función: COMPLEJA		
Entrada como cliente		
	Parte de Entrada	Parte de Salida
Datos elementales referenciados	1	1
Archivos lógicos referenciados	1	3
Grado de la función	SIMPLE	SIMPLE
Grado de la función: MEDIA		
Pantalla gestora de dinosaurios		
	Parte de Entrada	Parte de Salida
Datos elementales referenciados	28	1
Archivos lógicos referenciados	28	1
Grado de la función	SIMPLE	SIMPLE
Grado de la función: MEDIA		
Pantalla gestora de escenarios		
	Parte de Entrada	Parte de Salida
Datos elementales referenciados	1	1
Archivos lógicos referenciados	1	1
Grado de la función	SIMPLE	SIMPLE
Grado de la función: MEDIA		

Tabla 11. Cálculo de los puntos de función no ajustados

Tipo de función	Complejidad	Total Complejidad	Total tipo de función
Archivos	2 SIMPLES * 7	14	44
	0 MEDIAS * 10	0	
	2 COMPLEJAS * 15	30	
Interface	1 SIMPLES * 5	5	5
	0 MEDIAS * 7	0	
	0 COMPLEJAS * 10	0	
Entrada	1 SIMPLES * 3	12	30
	2 MEDIAS * 4	8	
	3 COMPLEJAS * 6	6	
Salidas	0 SIMPLES * 4	8	29
	3 MEDIAS * 5	15	
	2 COMPLEJAS * 7	14	
Consultas	0 SIMPLES * 3	0	18
	3 MEDIAS * 4	12	
	1 COMPLEJAS * 6	6	
Total puntos de función no ajustados			126

3.3.1 CÁLCULO DEL FACTOR DE AJUSTE.

A continuación se determina el factor de ajuste para poder obtener el esfuerzo del trabajo terminal.

1- Comunicación de datos

Tenemos considerado el protocolo de usb y llamadas al sistema para interactuar con la plataforma. **5.**

2- Procesamiento distribuido

No Tenemos contemplado sistema distribuido. **0.**

3- Rendimiento

Debe ser en tiempo real por lo que es importante el rendimiento máximo **5.**

4- Configuración del equipamiento

Se tendrá que montar el hardware de inmersión. **3.**

5- Volumen de transacciones

Los datos ocupados serán mínimos por lo que no abra gran movimiento en los datos **2.**

6- Entrada de datos *on-line*

No nos conectaremos a ninguna red **0.**

7- Interface con el usuario

Se tendrán interfaces de administrador para gestionar escenarios y sus dinosaurios **3.**

8- Actualización *on-line*

No nos conectaremos a ninguna red **0.**

9- Procesamiento complejo

Si debido a el manejo de gráficos, sonido, plataforma y entorno visual en tiempo real **5.**

10- Reusabilidad

Consideraremos su futuro desarrollo ya que este es un prototipo **3.**

11- Facilidad de implementación

Se han considerado el hacer rápida su implementación sobre todo en cuestiones de modelado 4.

12- Facilidad de operación

Debe ser lo más fácil posible para que gente no experimentada pueda ocuparlo 4.

13- Múltiples locales

Necesitaremos cada uno su área de desarrollo y ocuparemos uno para cuando sea necesario reuniones o trabajo conjunto 3.

14- Facilidad de cambios

Debido a que se escogieron herramientas y lenguajes muy flexibles en cuanto plataforma es fácil el hacerle cambios 4.

Tabla 12. Factor de ajuste.

Característica	Influencia
Comunicación de datos	5
Procesamiento distribuido	0
Rendimiento	5
Configuración del equipamiento	3
Volumen de transacciones	2
Entrada de datos on-line	0
Interfase con el usuario	3
Actualización on-line	0
Procesamiento complejo	5
Reusabilidad	3
Facilidad de implementación	4
Facilidad de operación	4
Múltiples locales	3
Facilidad de cambios	4
Nivel de influencia	41

$$\text{Factor de Ajuste} = (\text{Nivel de influencia} * 0.01) + 0.65$$

$$\text{Factor de Ajuste} = (41 * 0.01) + 0.65$$

$$\text{Factor de Ajuste} = 1.06$$

Cálculo de Puntos de Función

El cálculo de los puntos por función se hace con la fórmula:

$$PF = PF \text{ Brutos} * \text{Factor de ajuste}$$

$$PF = 126 * 1.06$$

$$PF = 133.56$$

Tabla 13. Puntos de función.

Lenguaje	LDC/PF
Ensamblador	320
C	150
Cobol	106
Pascal	91
Basic	64
TCL	64
Java	53
C++	29

Líneas de código estimadas = $133.56 * 53 = 7078.68$

$$E = a(KI)^b * m(X), \text{ en persona-mes}$$

$$Tdev = c(E)^d, \text{ en meses}$$

$$P = E / Tdev, \text{ en personas}$$

$$\text{Costo} = P * \text{costo medio} + \text{costos extras}$$

Tabla 14. Tabla de constantes para realizar los cálculos.

MODO	a	b	C	d
Orgánico	2.40	1.05	2.50	0.38
Semilibre	3.00	1.12	2.50	0.35
Rígido	0.32	3.60	1.20	2.50

Ocupando un modelo orgánico

$$E = 3(7078)^{1.12} * 1 = 27 \text{ personas mes}$$

$$Tdev = 2.5(27)^{0.35} = 8 \text{ meses}$$

$$P = 27 / 8 = 3.375$$

$$\text{Costo} = 3.375(12 * 10000) + \text{costos extras} = \$405,000 + \$15000 = \$420000$$

Tabla 15. Análisis de costos final.

Tabla de costos (COCOMO II)	
Esfuerzo	27 personas
Tiempo de desarrollo	8 meses
N° de personas por mes	3.375
Costo del sistema y extras	\$405,000
Costo de hardware y extras	\$15,000
Costo Total	\$420,000

3.4 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

El análisis de requerimientos es una de las tareas más importantes en el ciclo de vida del desarrollo de software, puesto que en ella se determinan los “planos” de la nueva aplicación. El análisis de requisitos se puede definir como el proceso del estudio de las necesidades de los usuarios para llegar a una definición de los requisitos del sistema, hardware o software, así como el proceso de estudio y refinamiento de dichos requisitos, definición proporcionada por el IEEE.

Asimismo, se define requisito como una condición o capacidad que necesita el usuario para resolver un problema o conseguir un objetivo determinado. Esta definición se extiende y se aplica a las condiciones que debe cumplir o poseer un sistema o uno de sus componentes para satisfacer un contrato, una norma o una especificación. [1]

En base a las definiciones anteriores se ha encontrado la siguiente lista de requerimientos funcionales y no funcionales correspondientes al presente sistema:

3.4.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

En la siguiente tabla mostramos los requerimientos funcionales del sistema así como su descripción y prioridad.

Tabla 16. Descripción de los requerimientos funcionales del sistema.

ID	Requerimiento Funcional	Descripción	Prioridad
RF1	Visualizar el dinosaurio enfocado.	Permitirá al usuario ver la animación virtual del comportamiento de un dinosaurio.	Alta
RF2	Reconocer la marca de R.A. asignada a cada animación.	Para poder cargar una animación virtual es necesario reconocer la marca asignada a cada dinosaurio.	Alta
RF3	Sobreponer correctamente las animaciones.	El sistema debe de presentar la animación adecuada para cada escena que se muestra.	Alta
RF4	Proyección del ambiente virtual adecuado.	El sistema debe mostrar el ambiente que se va a proyectar de acuerdo con la escena que esté sucediendo en ese momento.	Alta
RF5	Propagación de los sonidos.	El sistema debe coordinar los sonidos con la escena mostrada.	Alta
RF6	Control de la base.	El sistema debe mandar la señal al micro-controlador para activar la vibración de la base.	Alta
RF7	Administrar el ambiente virtual.	El sistema debe permitir a un administrador poder elegir el ambiente que se va a proyectar y agregar o eliminar un ambiente.	Alta
RF8	Administrar los modelos.	El sistema debe permitir a un administrador poder elegir, agregar o eliminar modelos.	Alta
RF9	Ejecutar animación	El sistema de permitir a un administrador ejecutar o detener la animación así como cambiar los modelos que se están proyectando.	Alta

3.4.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

En la siguiente tabla mostramos los requerimientos no funcionales del sistema así como su descripción y prioridad.

Tabla 17. Descripción de los requerimientos no funcionales del sistema.

ID	Requerimiento Funcional	No	Descripción	Prioridad
RNF1	Visualizar en todo momento la animación que el usuario enfoca con la cámara.		El sistema debe permitir visualizar una animación en específico aún si el usuario cambia de posición para observarla, sin perder en enfoque de la marca.	Alta
RNF2	Respuesta del ambiente.		El sistema debe iniciar la proyección del ambiente virtual y permanecer durante todo el tiempo que dure la exposición.	Alta
RNF3	Respuesta de la animación.		Las animaciones virtuales deben visualizarse máximo 3 segundos después de que se ha detectado la marca.	Alta
RNF4	Respuesta del sonido.		Los sonidos deben propagarse conjuntamente con el ambiente virtual proyectado	Alta
RNF5	Respuesta de la base.		Las vibraciones de la base deben realizarse conjuntamente con la animación del modelo.	Alta
RNF6	Agregar animación y marca.		Solo el administrador puede agregar las animaciones con sus respectivas marcas al sistema.	Alta
RNF7	Eliminar animación y marca.		Solo el administrador puede eliminar las animaciones con sus respectivas marcas al sistema.	Alta
RNF8	Agregar ambiente virtual.		Solo el administrador puede elegir el ambiente virtual que va a proyectar y agregar o eliminar un ambiente.	Alta
RNF9	Cambiar contraseña.		Solo el administrador puede cambiar la contraseña de acceso.	Alta

4 DISEÑO

A continuación se muestra el diseño del trabajo terminal mediante diagramas.

4.1 MODELADO UML

“UML permite a un ingeniero del software expresar un modelo de análisis utilizando una notación de modelado con unas reglas sintácticas, semánticas y prácticas, definen dichas reglas de la siguiente forma:

- La sintaxis nos dice cómo mostrar y combinar los símbolos.
- La sintaxis es comparable a las palabras en el lenguaje natural: es importante saber cómo se escriben y cómo combinarlas correctamente para formar una frase. Las reglas semánticas nos dicen lo que significa cada símbolo y cómo interpretarlo, tanto cuando aparece solo como cuando hace en combinación con otros. Es comparable al significado de las palabras en el lenguaje natural.
- Las reglas prácticas definen el significado de los símbolos a través de los cuales se obtiene el modelo y se hace comprensible para otras personas. Esto correspondería, en lenguaje natural, a las reglas de construcción de frases claras y fácilmente comprensibles”. [1]

4.2 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

Los diagramas de casos de uso representan la funcionalidad del sistema desde el punto de vista del usuario, definen las fronteras del sistema, determinan los requerimientos funcionales del sistema y representan las funciones que un sistema puede ejecutar. [2]

Están compuestos de cuatro elementos:

- Actores, con los cuales interactúa el sistema.
- El sistema mismo.
- Los casos de uso que el sistema ejecutará.
- Relaciones entre los elementos.

A continuación se presenta un modelo de casos de uso correspondiente a nuestro sistema. Se comenzará haciendo una descripción de los actores para posteriormente ilustrar el diagrama y terminar con la descripción correspondiente a cada caso de uso.

Actores relacionados con el sistema

- **Usuario:** Representa a la persona que utiliza el sistema para visualizar la exhibición de la galería.
- **Administrador:** Representa a la persona encargada del sistema, este elige el ambiente y las animaciones que se le muestra al usuario.
- **Base:** Representa el hardware encargado de las vibraciones.

4.2.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL SISTEMA

El diagrama de casos de uso del sistema se muestra a continuación en la Figura 1.

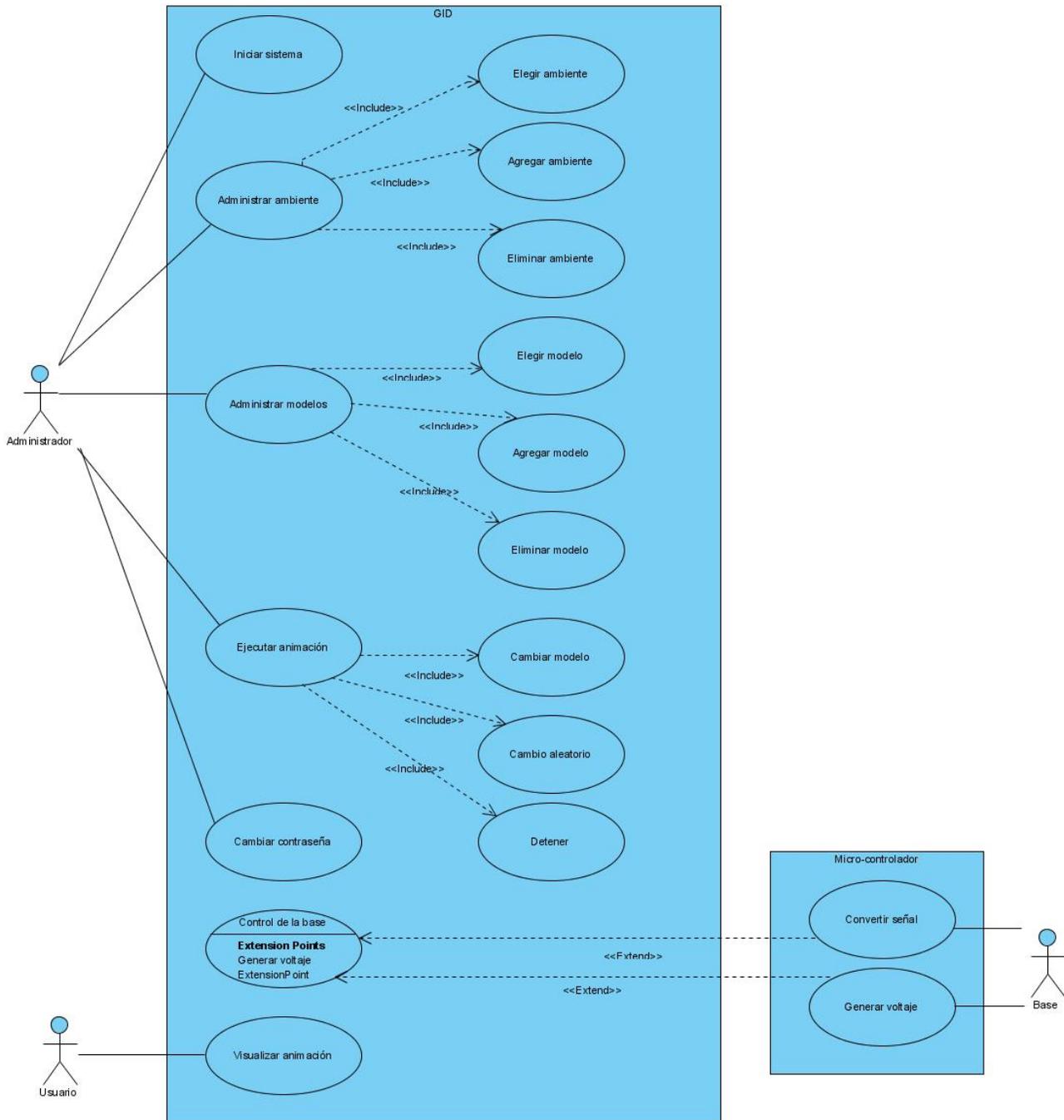


Figura 10. Diagrama de casos de uso del sistema.

4.2.2 DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO

Ahora se describen por separado cada uno de los casos de uso para mostrar el funcionamiento de cada uno.

Caso de uso Iniciar sistema

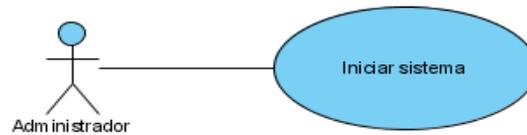


Figura 10.1 Caso de uso Iniciar sistema.

Descripción

El administrador es el único que puede hacer uso de este requerimiento.

Precondiciones

El sistema debe funcionar correctamente.

El sistema debe estar habilitado para su funcionamiento.

El administrador debe iniciar sesión en el sistema introduciendo un nombre de usuario y una contraseña válidos.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El caso de uso comienza cuando el sistema es iniciado en el equipo de cómputo.
2. El sistema presenta la pantalla de bienvenida.
3. El administrador ingresa su nombre de usuario.
4. El administrador ingresa su contraseña.
5. Da click en Entrar.
6. De ser correcta la información se pasa al siguiente caso de uso.
7. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 6 del flujo básico, en caso de ser incorrecta la información, el sistema mostrará un mensaje de error.
2. El administrador tendrá que ingresar nuevamente el usuario y la contraseña.
3. Da click en Entrar.
4. En caso de ser incorrecta la información, se regresa al paso 1 del Flujo alternativo.
5. Fin del flujo.

Caso de uso Administrar ambiente

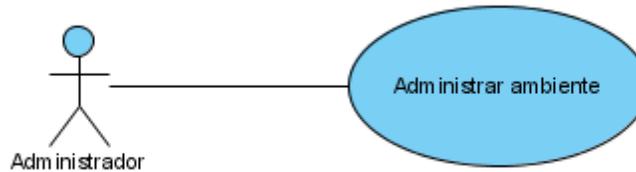


Figura 10.2. Caso de uso Administrar ambiente.

Descripción

El administrador es el único que puede administrar el ambiente virtual.

Precondiciones

Una vez que el administrador entró al sistema tienen la opción de administrar el ambiente virtual.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. Estando dentro del sistema, el administrador tiene la opción de administrar el ambiente virtual.
2. El administrador da click en Administrar ambiente.
3. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 2 del flujo básico, el administrador puede elegir una opción diferente.
2. Se tratará con el caso de uso respectivo a la opción que se eligió en el paso anterior.
3. Fin del flujo.

Caso de uso Elegir ambiente



Figura 10.3. Caso de uso Elegir ambiente.

Descripción

El administrador podrá elegir el ambiente virtual que se va a proyectar.

Precondiciones

El ambiente ya debe estar hecho con realidad virtual.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador tiene la opción de elegir el ambiente virtual que quiere proyectar en la escena.
2. El administrador selecciona el ambiente virtual a usar.
3. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 2 del flujo básico, si no se encuentra el ambiente seleccionado el sistema notificará al administrador.
2. El administrador tiene que elegir otra opción.
3. Fin del flujo.

Caso de uso Agregar ambiente

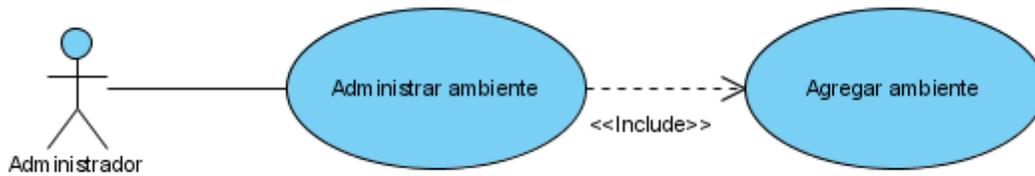


Figura 10.4. Caso de uso Agregar ambiente.

Descripción

El administrador podrá agregar un ambiente virtual para proyectar.

Precondiciones

El ambiente ya debe estar hecho con realidad virtual.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador tiene la opción de agregar un nuevo ambiente virtual para proyectar en la escena, dando click en esa opción.
2. El administrador selecciona el ambiente virtual que quiere agregar.
3. Da click en Aceptar.
4. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 3 del flujo básico, si no se encuentra el ambiente seleccionado el sistema notificará al administrador.
2. El administrador tiene que volver a intentar.
3. Fin del flujo.

Caso de uso Eliminar ambiente

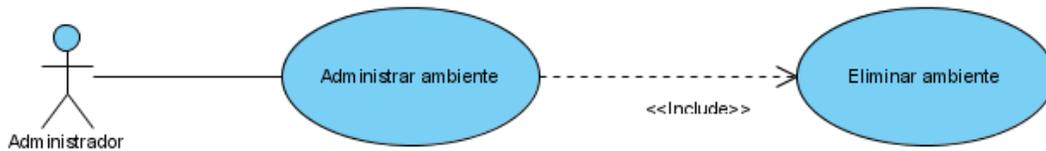


Figura 10.5. Caso de uso Eliminar ambiente.

Descripción

El administrador podrá eliminar un ambiente virtual para proyectar.

Precondiciones

El ambiente ya debe estar hecho con realidad virtual y cargado en el sistema.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador tiene la opción de eliminar un ambiente virtual que este cargado en el sistema, dando click en esa opción.
2. El administrador selecciona el ambiente virtual que quiere eliminar.
3. Da click en Aceptar.
4. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 3 del flujo básico, el administrador puede cancelar esta acción.
2. El sistema regresará a la ventana anterior.
3. Fin del flujo.

Caso de uso Administrar modelos

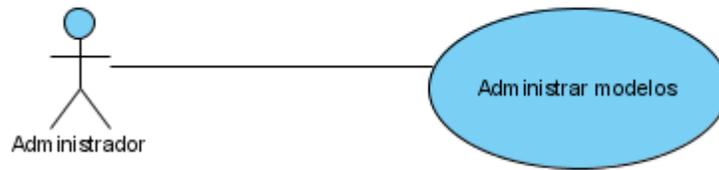


Figura 10.6. Caso de uso Administrar modelos.

Descripción

El administrador es el único que puede administrar los modelos.

Precondiciones

Una vez que el administrador entró al sistema tienen la opción de administrar los modelos.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. Estando dentro del sistema, el administrador tiene la opción de administrar los modelos.
2. El administrador da click en Administrar modelos.
3. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 2 del flujo básico, el administrador puede elegir una opción diferente.
2. Se tratará con el caso de uso respectivo a la opción que se eligió en el paso anterior.
3. Fin del flujo.

Caso de uso Elegir modelo

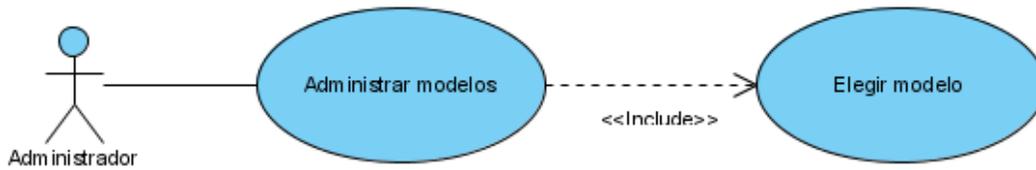


Figura 10.7. Caso de uso Elegir modelo.

Descripción

El administrador podrá elegir los modelos que se van a utilizar en la animación.

Precondiciones

El modelo debe estar en el formato correcto.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador tiene la opción de elegir los modelos que va a utilizar en la animación, dando click en esa opción.
2. El administrador selecciona los modelos a utilizar dando click en el modelo deseado.
3. Dar click en Aceptar.
4. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

No hay flujo alternativo.

Caso de uso Agregar modelo

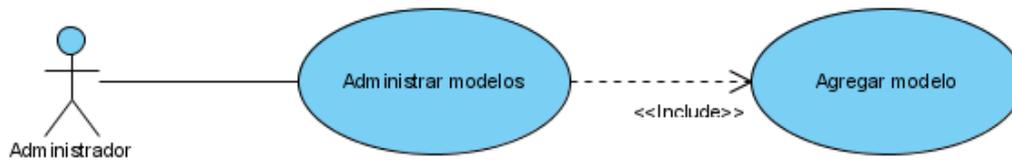


Figura 10.8. Caso de uso Agregar modelo.

Descripción

El administrador podrá agregar un modelo.

Precondiciones

El modelo debe estar hecho.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador tiene la opción de agregar un nuevo modelo, dando click en esa opción.
2. El administrador selecciona la dirección de la carpeta donde se encuentra el modelo a utilizar.
3. Dar click en Aceptar.
4. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 2, se puede cancelar esta acción.
2. El administrador regresará al paso 2 del flujo básico.
3. Fin del flujo.

Caso de uso Eliminar modelo

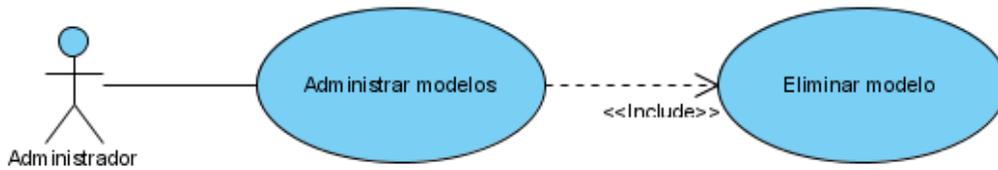


Figura 10.9 Caso de uso Eliminar modelo.

Descripción

El administrador podrá eliminar un modelo cargado en el sistema.

Precondiciones

El modelo debe existir en el sistema.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador tiene la opción de eliminar un modelo existente en el sistema, dando click en esa opción.
2. El administrador selecciona el modelo a eliminar.
3. Dar click en Aceptar.
4. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 2, el administrador puede cancelar esta acción.
2. El sistema mostrará la ventana anterior.
3. Fin del flujo.

Caso de uso Ejecutar animación

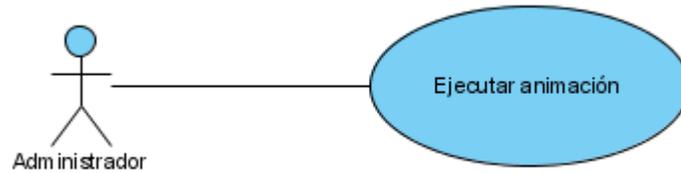


Figura 10.10. Caso de uso Ejecutar animación.

Descripción

El administrador podrá ejecutar la animación.

Precondiciones

Debe haber mínimo un escenario y un modelo cargado.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador dará click en ejecutar animación.
2. Se mostrará la vista del usuario en pantalla.
3. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

No hay flujo alternativo.

Caso de uso Cambiar modelo

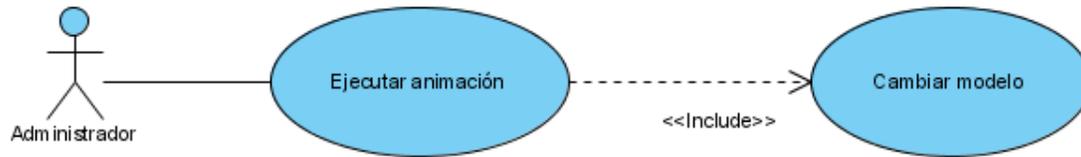


Figura 10.11. Caso de uso Cambiar modelo.

Descripción

El administrador podrá cambiar el modelo que se está proyectando en la animación.

Precondiciones

La animación debe estar ejecutándose.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador dará click en cambiar modelo.
2. Se mostrará el siguiente modelo de la lista en caso de haber más de uno.
3. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En caso de que solo haya un modelo cargado se le notificará al administrador.
2. Fin del flujo.

Caso de uso Cambio aleatorio



Figura 10.12. Caso de uso Cambio aleatorio.

Descripción

El administrador podrá cambiar el modelo que se está proyectando en la animación de forma aleatoria.

Precondiciones

La animación debe estar ejecutándose.
Debe de haber más de un modelo cargado.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador dará click en cambiar modelo aleatoriamente.
2. Se mostrará un modelo de la lista aleatoriamente.
3. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En caso de que solo haya un modelo cargado se le notificará al administrador.
2. Fin del flujo.

Caso de uso Detener

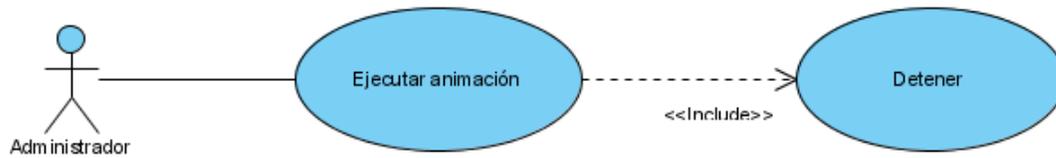


Figura 10.13. Caso de uso Detener.

Descripción

El administrador podrá detener la animación que se esté proyectando.

Precondiciones

La animación debe estar ejecutándose.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador dará click en detener.
2. Se mostrará un mensaje de confirmación.
3. Se regresa a la pantalla principal.
4. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 2, el administrador puede cancelar esta acción.
2. Fin del flujo.

Caso de uso Cambiar contraseña

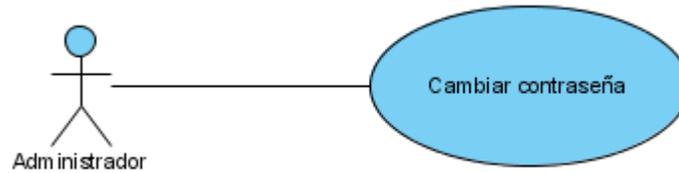


Figura 10.14. Caso de uso Cambiar contraseña.

Descripción

El administrador es el único que puede cambiar la contraseña del sistema.

Precondiciones

El sistema debió haberle permitido el acceso a esta opción.

Actores involucrados

Administrador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El administrador debe ingresar la contraseña actual en el campo “Contraseña”.
2. El administrador debe ingresar una contraseña nueva en el campo “Nueva contraseña”.
3. El administrador debe volver a ingresar la contraseña nueva en el campo “Repetir nueva contraseña”.
4. Dar clic en Cambiar.
5. Si la información es correcta, el administrador habrá cambiado la contraseña.
6. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 5 del flujo básico, si la información es incorrecta el sistema notificará al administrador para que vuelva a ingresar la información mencionada.
2. Fin del flujo.

Caso de uso Convertir señal

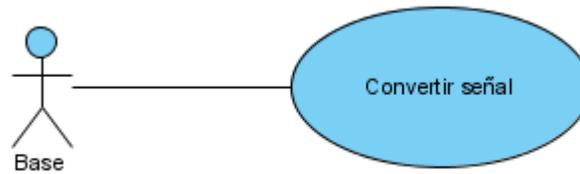


Figura 10.15. Caso de uso Convertir señal.

Descripción

El micro-controlador se encarga de convertir la señal que recibe, de la computadora, en un voltaje.

Precondiciones

El circuito del micro-controlador debe estar conectado con la computadora para poder recibir la señal.

El micro-controlador debe estar programado y funcionando correctamente.

Actores involucrados

Base

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. La computadora envía una señal al micro-controlador.
2. El micro-controlador recibe la señal y la convierte en voltaje.
3. Fin del flujo.

Flujo Alternativo

1. En el paso 2 del flujo básico, si la señal no llega correctamente, el sistema mostrará una notificación.
2. Fin del flujo.

Caso de uso Generar voltaje

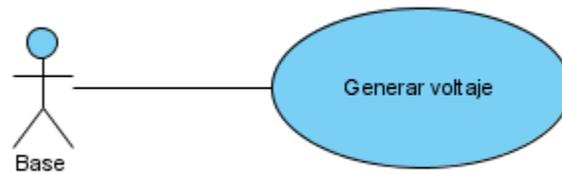


Figura 10.16. Caso de uso Generar voltaje.

Descripción

El micro-controlador se encarga de generar el voltaje que se necesita para hacer que la base vibre.

Precondiciones

El circuito del micro-controlador debe estar conectado con la computadora para poder recibir la señal.

El micro-controlador debe estar programado y funcionando correctamente.

Actores involucrados

Base

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. El micro-controlador genera el voltaje.
2. El voltaje se manda a la base para que se produzcan las vibraciones.
3. Fin del flujo

Flujo Alternativo

1. En el paso 1 del flujo básico, si el voltaje no se genera debido a que la señal no llega correctamente, el sistema mostrará una notificación.
2. Fin del flujo.

Caso de uso Control de la base

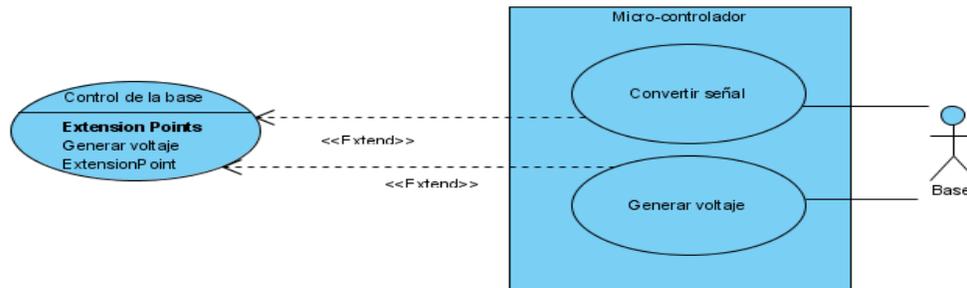


Figura 10.17. Caso de uso Control de la base

Descripción

El control de la base consiste en enviar la señal al micro-controlador para que se activen las vibraciones de la base.

Precondiciones

El sistema debe funcionar correctamente.

El sistema debe estar habilitado para su funcionamiento.

El circuito del micro-controlador debe estar conectado a la computadora.

El micro-controlador debe estar programado correctamente.

Actores involucrados

Micro-controlador

Flujo de eventos

Flujo Básico

1. Si es necesario que la base vibre, el sistema manda la señal al micro-controlador.
2. El micro-controlador genera un voltaje controlado para que comience la vibración de la base.
3. El voltaje se manda a los actuadores para que comiencen a funcionar.

Flujo Alternativo

1. En el paso 2 del flujo básico, si no se detecta el circuito del micro-controlador, el sistema mostrará una notificación.
2. El administrador regresará al paso 1 del flujo básico.
3. Fin del flujo.

Caso de uso Visualizar animación

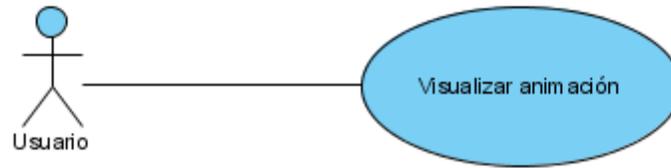


Figura 10.18. Caso de uso Visualizar animación.

Descripción

El usuario podrá ver la animación que le corresponde a cada marca de la galería.

Precondiciones

El usuario debe tener puestos los lentes de RA.
Debe haber buenas condiciones de luz en el entorno.

Actores involucrados

Usuario.

Flujo de eventos

Flujo Básico.

1. El usuario enfocará la marca.
2. El sistema calculará la posición de la marca.
3. El sistema mostrará la animación sobre la marca.
4. Fin del flujo.

Flujo Alternativo.

1. En el paso 3 del flujo básico, en caso de ocurrir algún error, el sistema desplegará un mensaje.
2. Fin del flujo.

4.3 DIAGRAMAS DE SECUENCIA

Los diagramas de secuencia son un tipo de diagramas de interacción. Constan de un conjunto de objetos y sus relaciones, incluyendo los mensajes que se pueden enviar unos objetos a otros. Cubren la vista dinámica del sistema y enfatizan el ordenamiento temporal de los mensajes.

Un diagrama de secuencia se forma colocando en primer lugar los objetos que participan en la interacción en la parte superior del diagrama, a lo largo del eje X. Normalmente, se coloca a la izquierda el objeto que inicia la interacción, y los objetos subordinados a la derecha. A continuación, se colocan los mensajes que estos objetos envían y reciben a lo largo del eje Y, en orden de sucesión en el tiempo, desde arriba hasta abajo. Esto ofrece al lector una señal visual clara del flujo de control a lo largo del tiempo. [2]

Diagrama de secuencia: Iniciar sistema

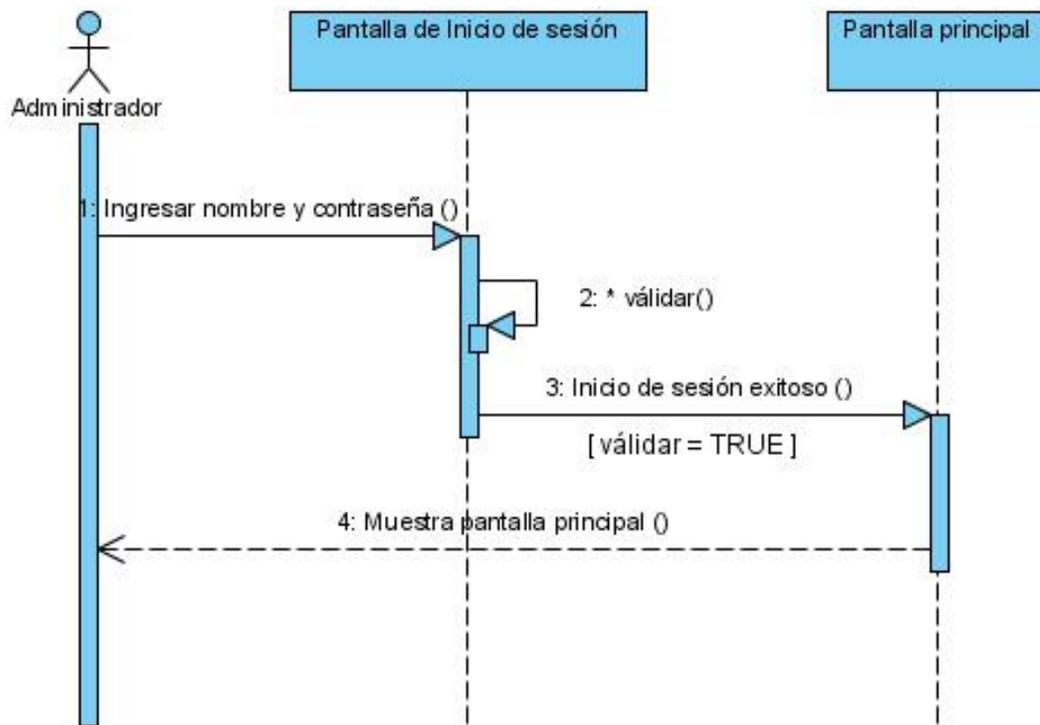


Figura 11. Diagrama de secuencia para iniciar el sistema.

Para iniciar sesión en el sistema, el administrador debe introducir el nombre y la contraseña, los datos introducidos son validados y se inicia la sesión mostrando la pantalla principal del sistema.

Diagrama de secuencia: Administrar ambiente

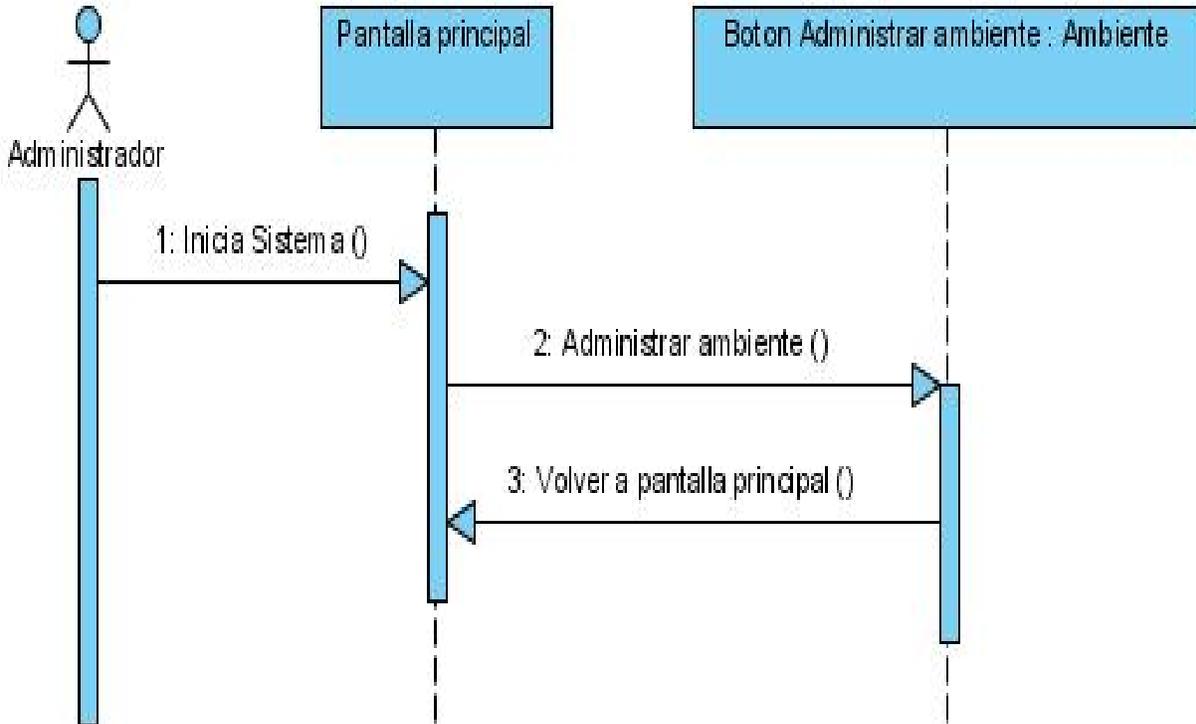


Figura 12. Diagrama de secuencia para administración del ambiente.

El administrador inicia sesión en el sistema, elige la opción Administrar ambiente dando click en el botón y se muestra la pantalla para administrar el ambiente.

Diagrama de secuencia: Elegir ambiente

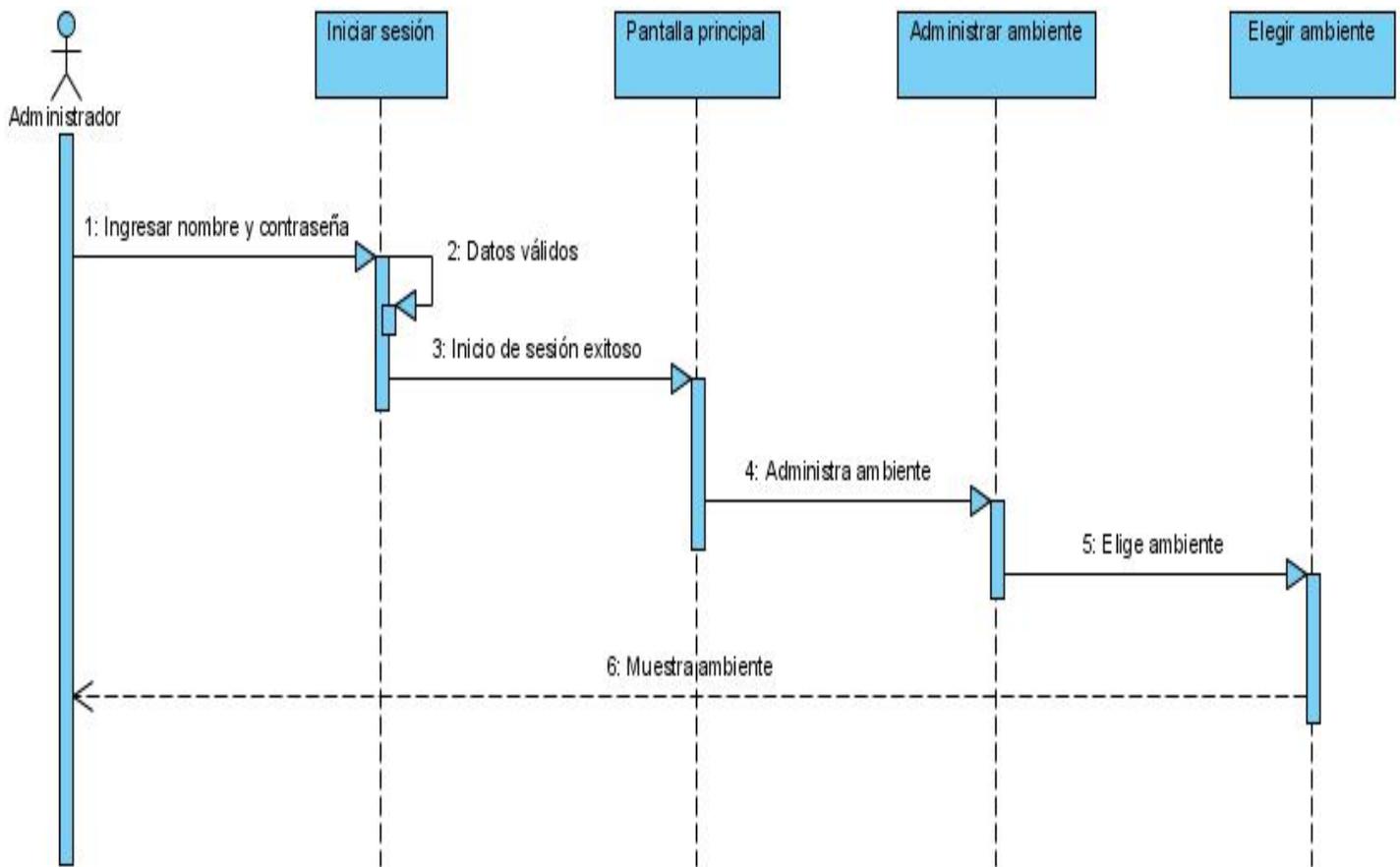


Figura 13. Diagrama de secuencia para elegir el ambiente que se va a utilizar.

El administrador inicia sesión en el sistema, selecciona la opción Administrar ambiente, elegir ambiente y este elige el ambiente virtual que se va a proyectar.

Diagrama de secuencia: Agregar ambiente

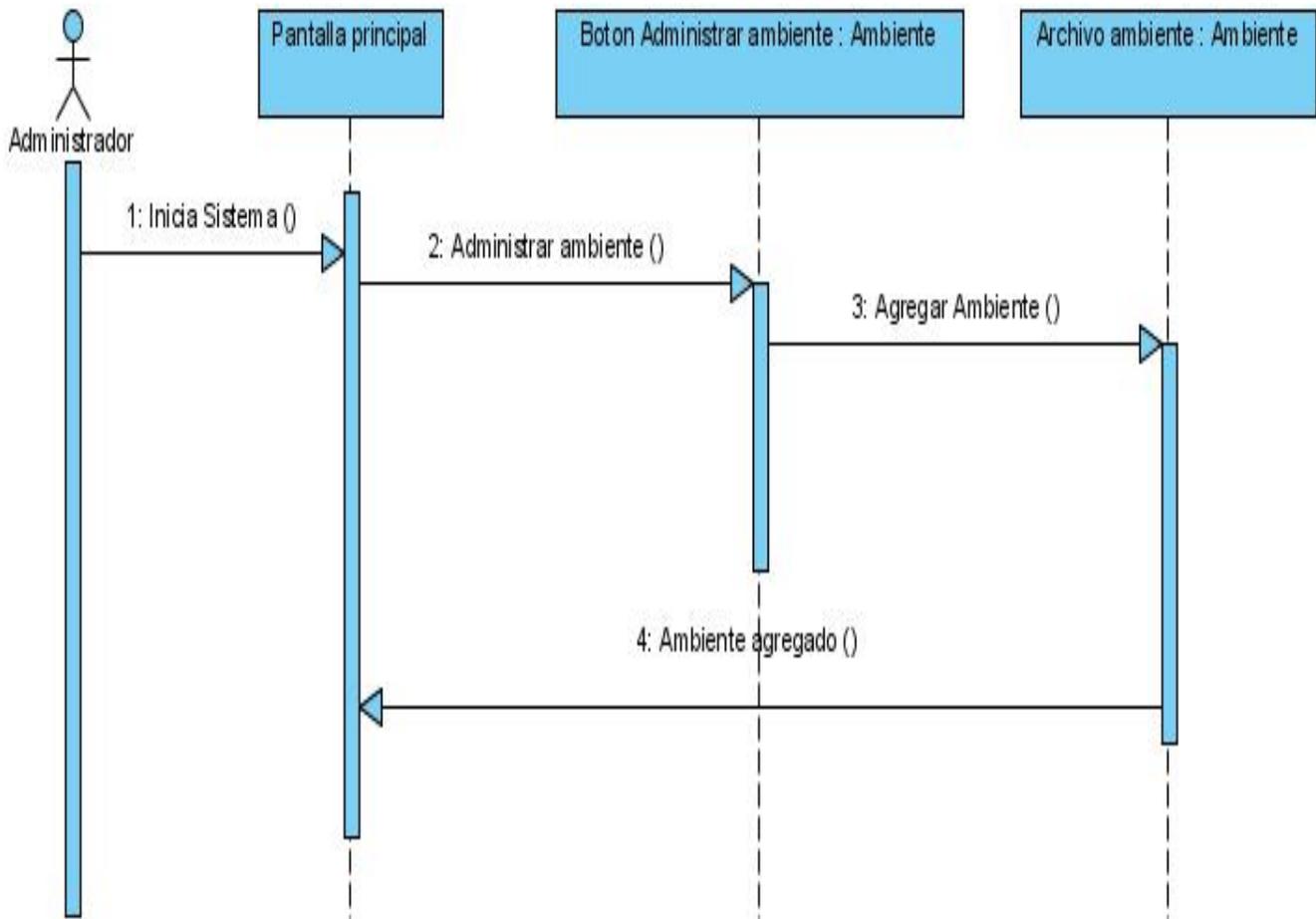


Figura 14. Diagrama de secuencia para agregar un ambiente.

El administrador inicia sesión en el sistema, selecciona la opción Administrar ambiente, agregar ambiente y este elige el ambiente virtual que va a agregar al sistema para poder utilizarlo después en una animación..

Diagrama de secuencia: Eliminar ambiente

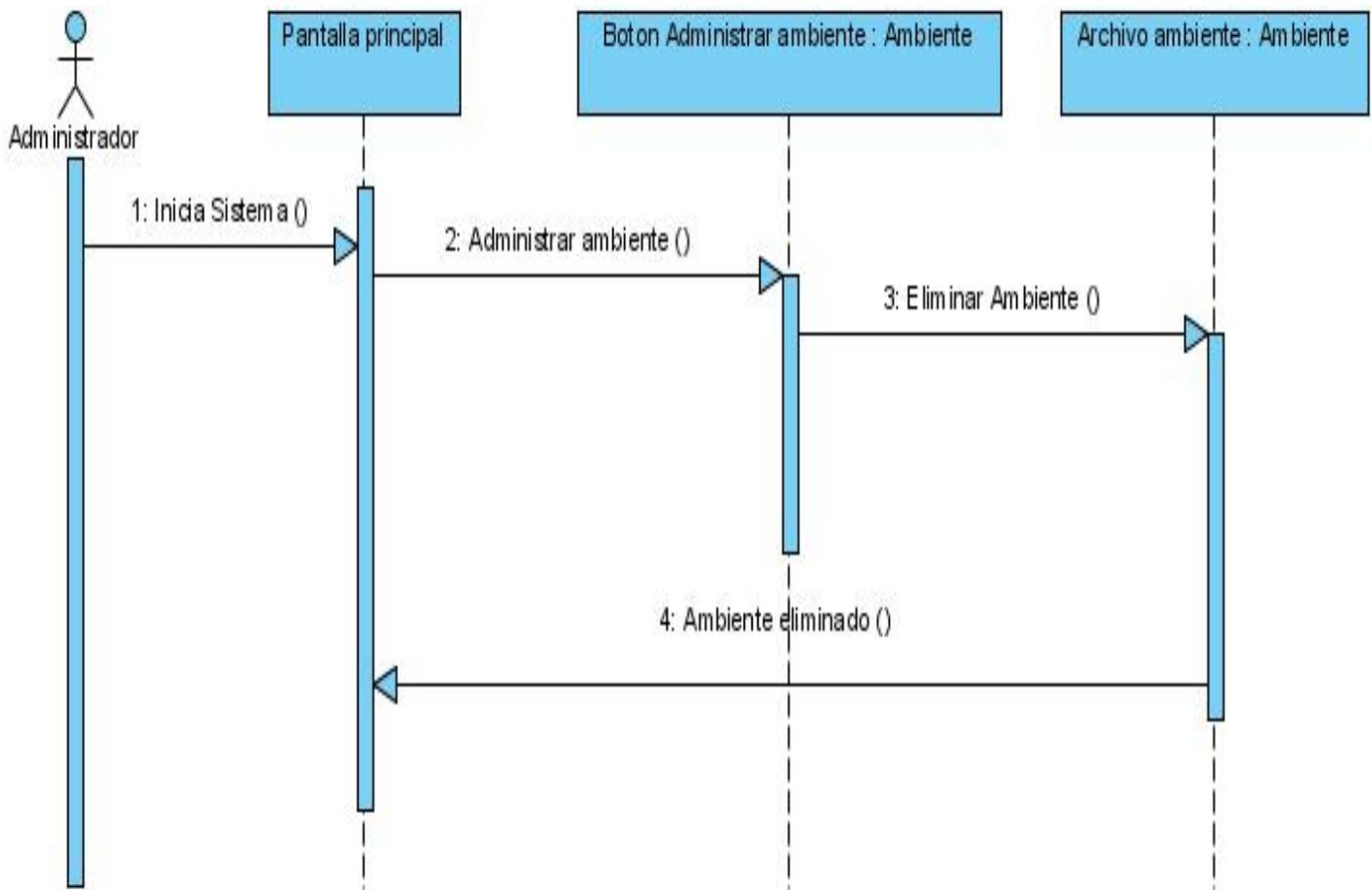


Figura 15. Diagrama de secuencia para eliminar un ambiente.

El administrador inicia sesión en el sistema, selecciona la opción Administrar ambiente, eliminar ambiente y este elige el ambiente virtual que se va a eliminar del sistema.

Diagrama de secuencia: Administrar modelos

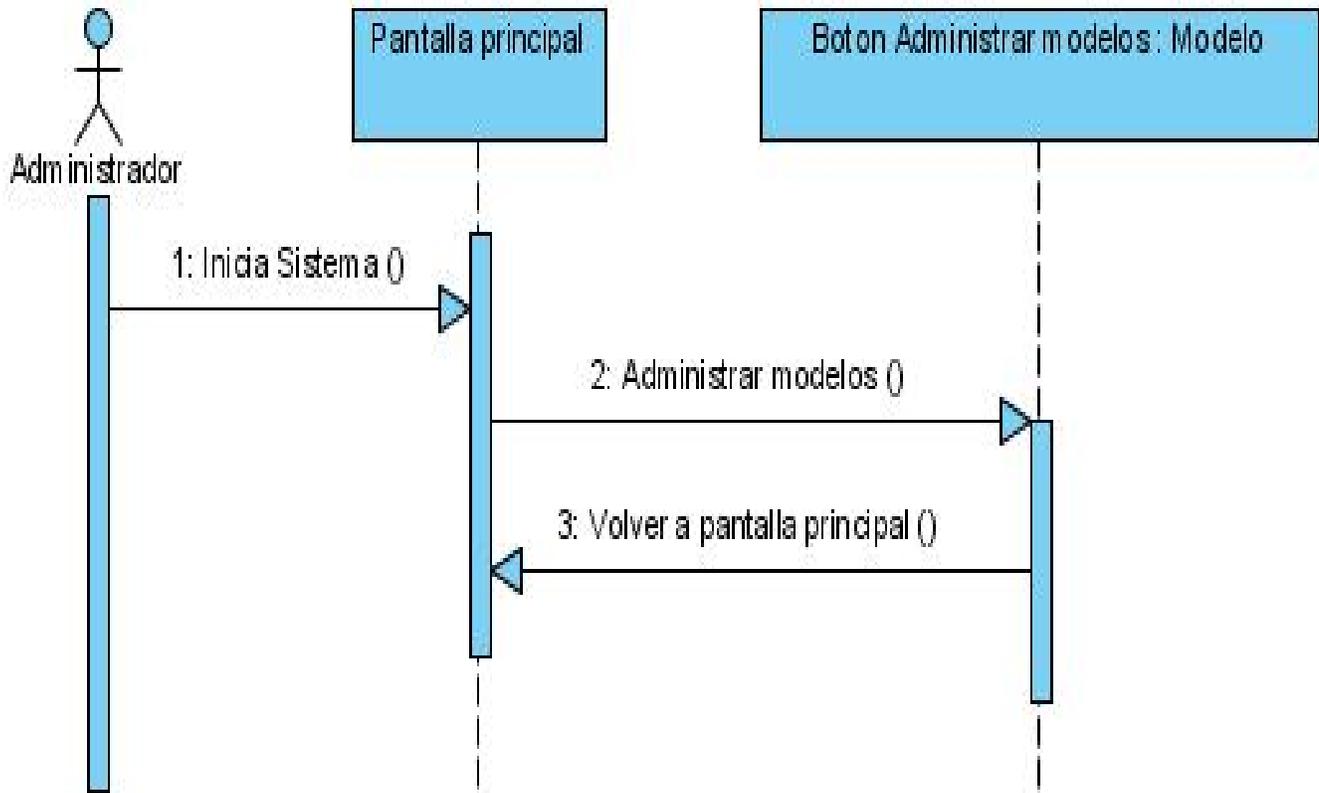


Figura 16. Diagrama de secuencia para administrar los modelos.

El administrador inicia sesión en el sistema y elige la opción Administrar modelos, con la cual puede gestionar los modelos en 3D o volver al menú anterior.

Diagrama de secuencia: Elegir modelo

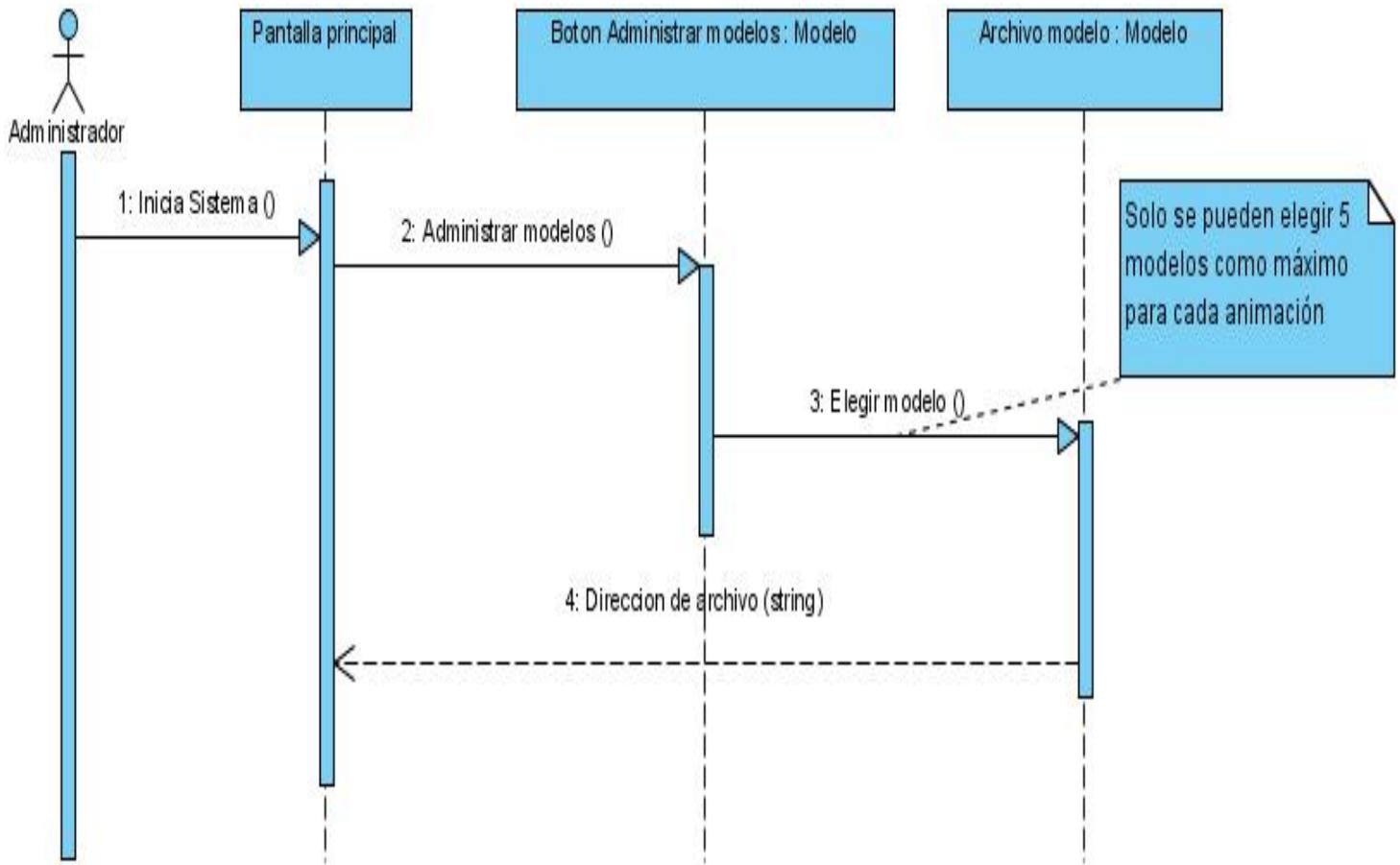


Figura 17. Diagrama de secuencia para elegir los modelos que se mostrarán en la animación.

El administrador inicia sesión en el sistema y elige la opción Administrar modelos, elegir modelo y aquí puede seleccionar los modelos en 3D que va a utilizar en la animación o volver al menú anterior.

Diagrama de secuencia: Agregar modelo

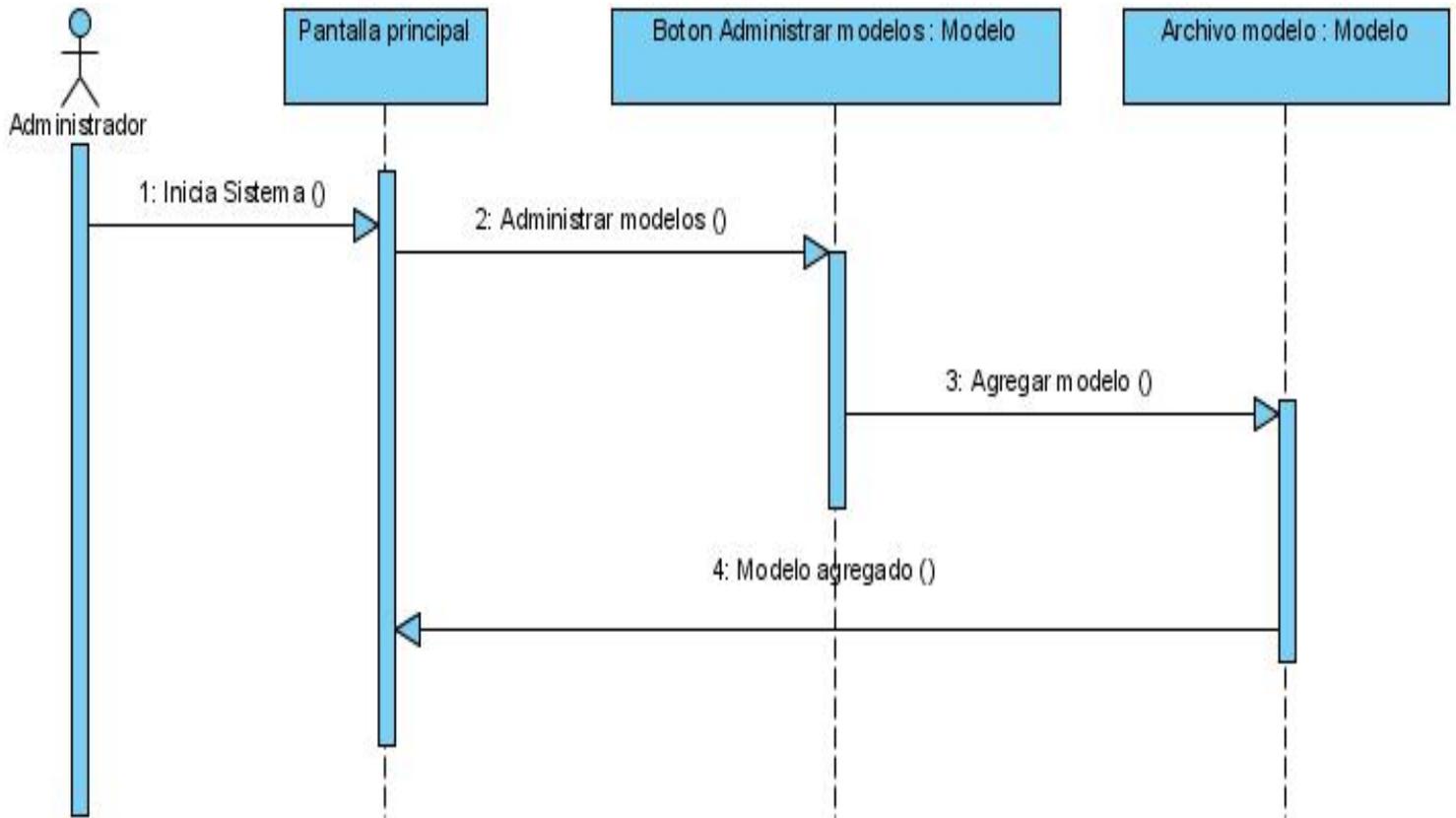


Figura 18. Diagrama de secuencia para agregar un modelo nuevo.

El administrador inicia sesión en el sistema y elige la opción Administrar modelos, agregar modelo y aquí puede agregar un nuevo modelo en 3D al sistema o volver al menú anterior.

Diagrama de secuencia: Eliminar modelo

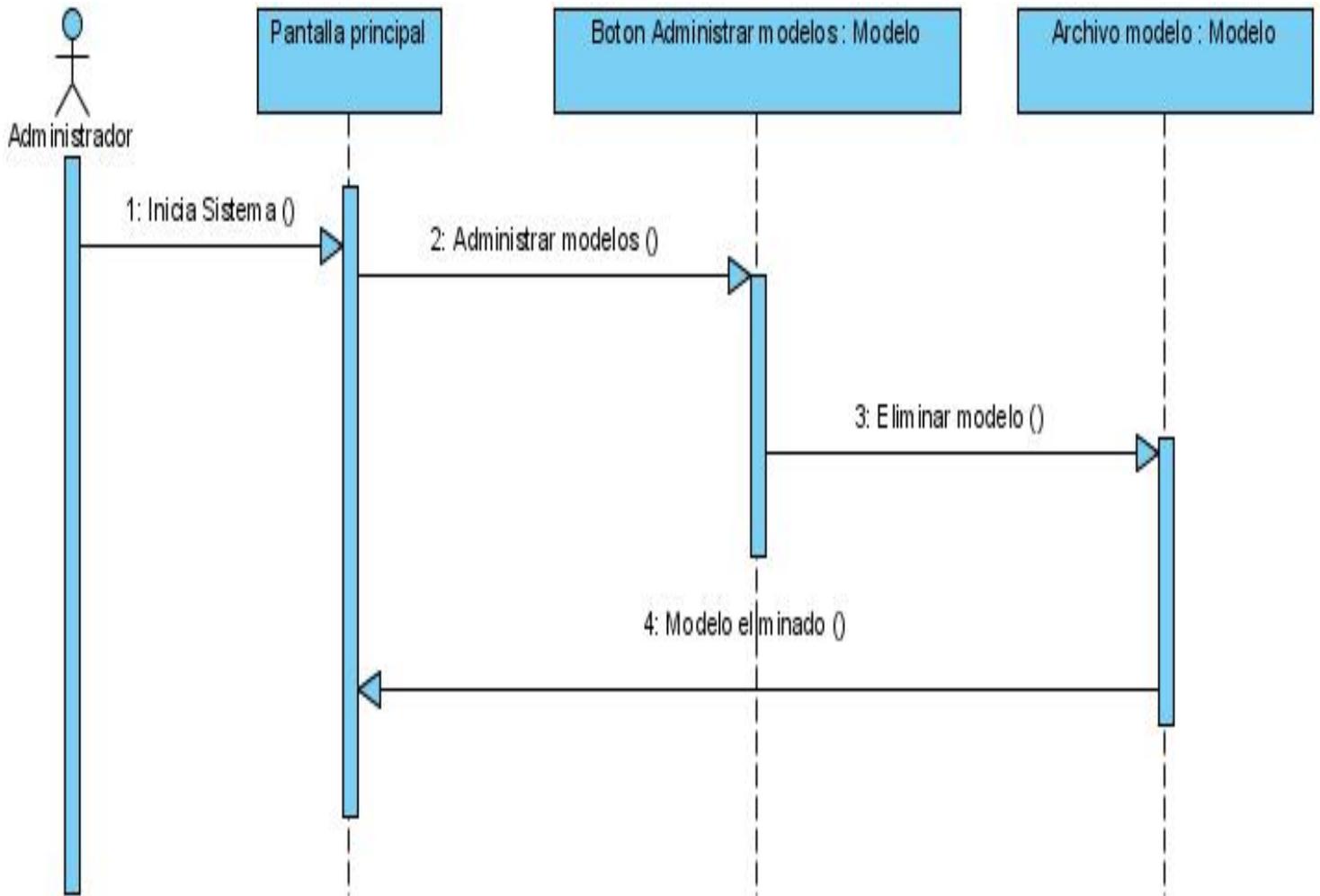


Figura 19. Diagrama de secuencia para eliminar un modelo.

El administrador inicia sesión en el sistema y elige la opción Administrar modelos, eliminar modelo y aquí puede eliminar un modelo en 3D que este en el sistema o volver al menú anterior.

Diagrama de secuencia: Ejecutar animación

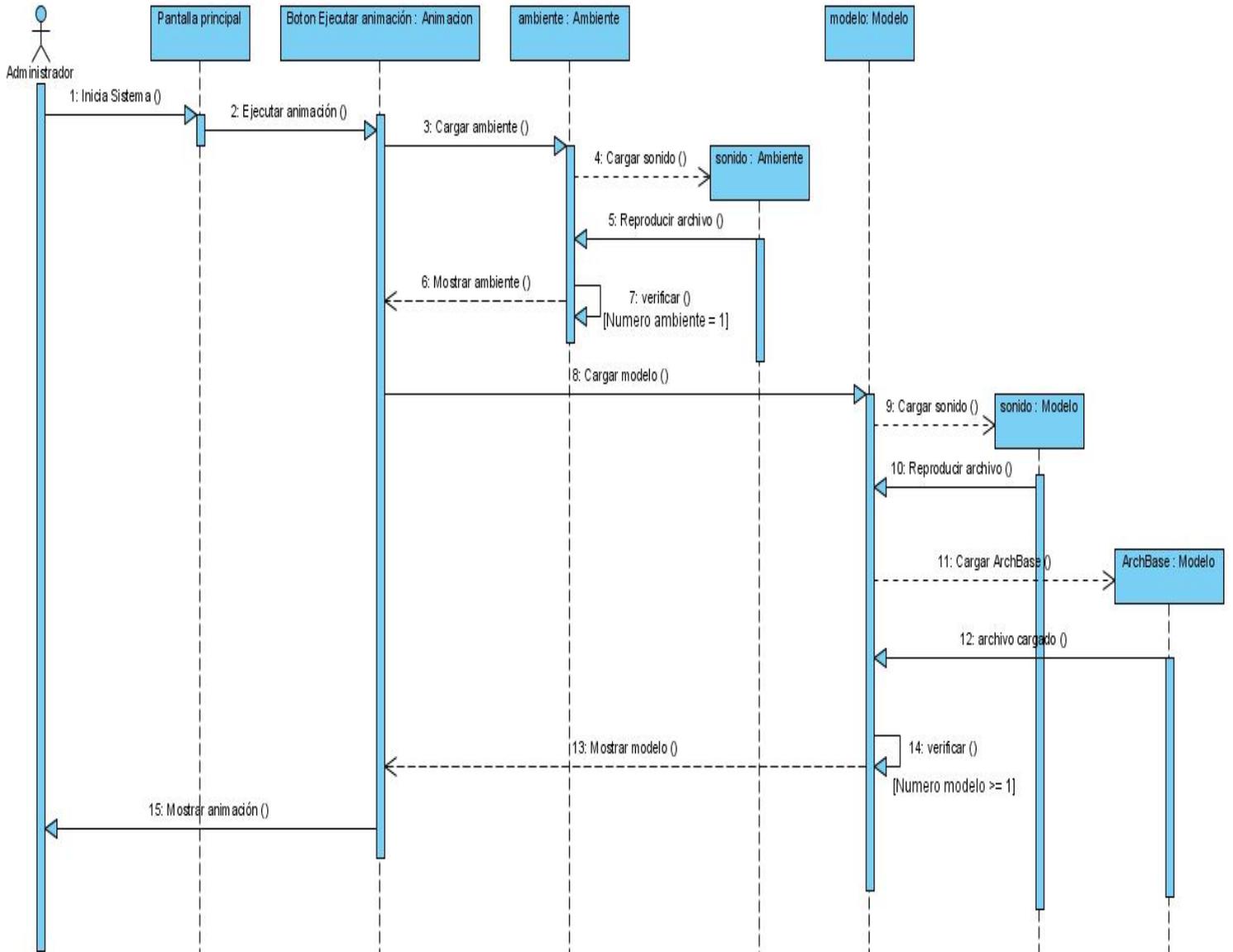


Figura 20. Diagrama de secuencia para ejecutar la animación.

El administrador inicia sesión en el sistema, selecciona la opción Ejecutar animación, antes de iniciar la animación se comprueba que se hayan cargado por lo menos un ambiente y un modelo. Una vez que se inicia la animación se integran los sonidos y las vibraciones de la base.

Diagrama de secuencia: Cambiar modelo

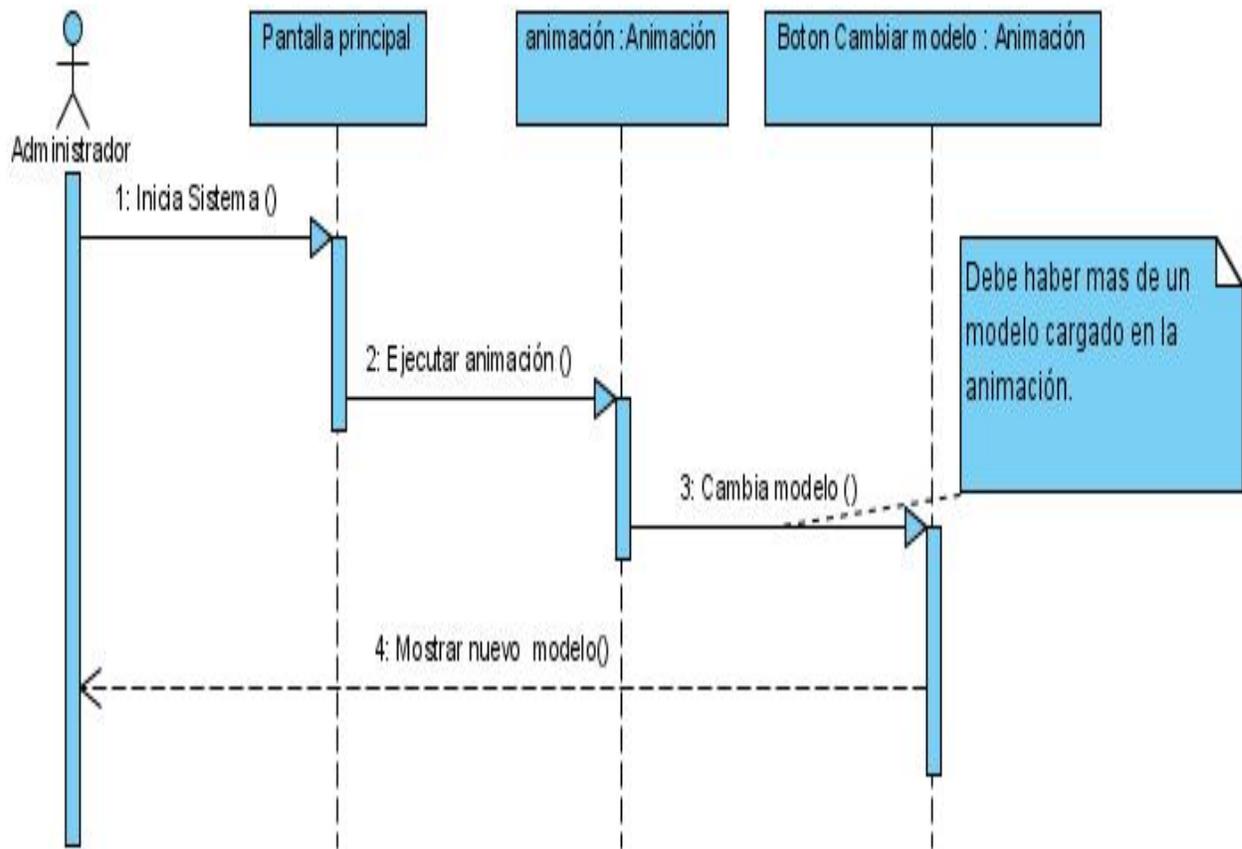


Figura 21. Diagrama de secuencia para cambiar los modelos cargados en la animación.

Una vez que se está ejecutando la animación el Administrador puede cambiar el modelo que se está mostrando.

Diagrama de secuencia: Cambio aleatorio

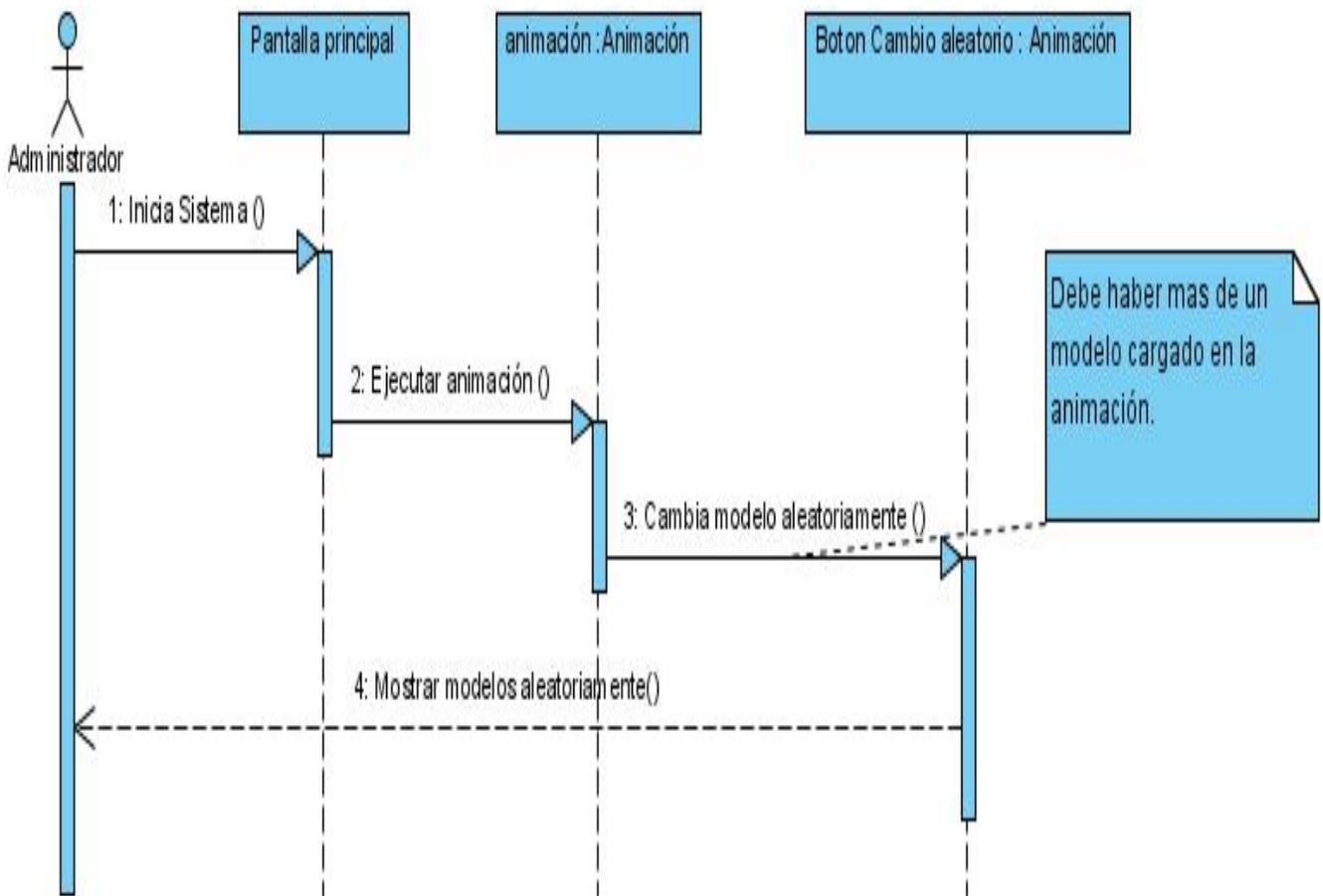


Figura 22. Diagrama de secuencia para cambiar aleatoriamente los modelos cargados en la animación.

Una vez que se está ejecutando la animación el Administrador puede cambiar el modelo que se esta mostrando de manera aleatoria.

Diagrama de secuencia: Detener

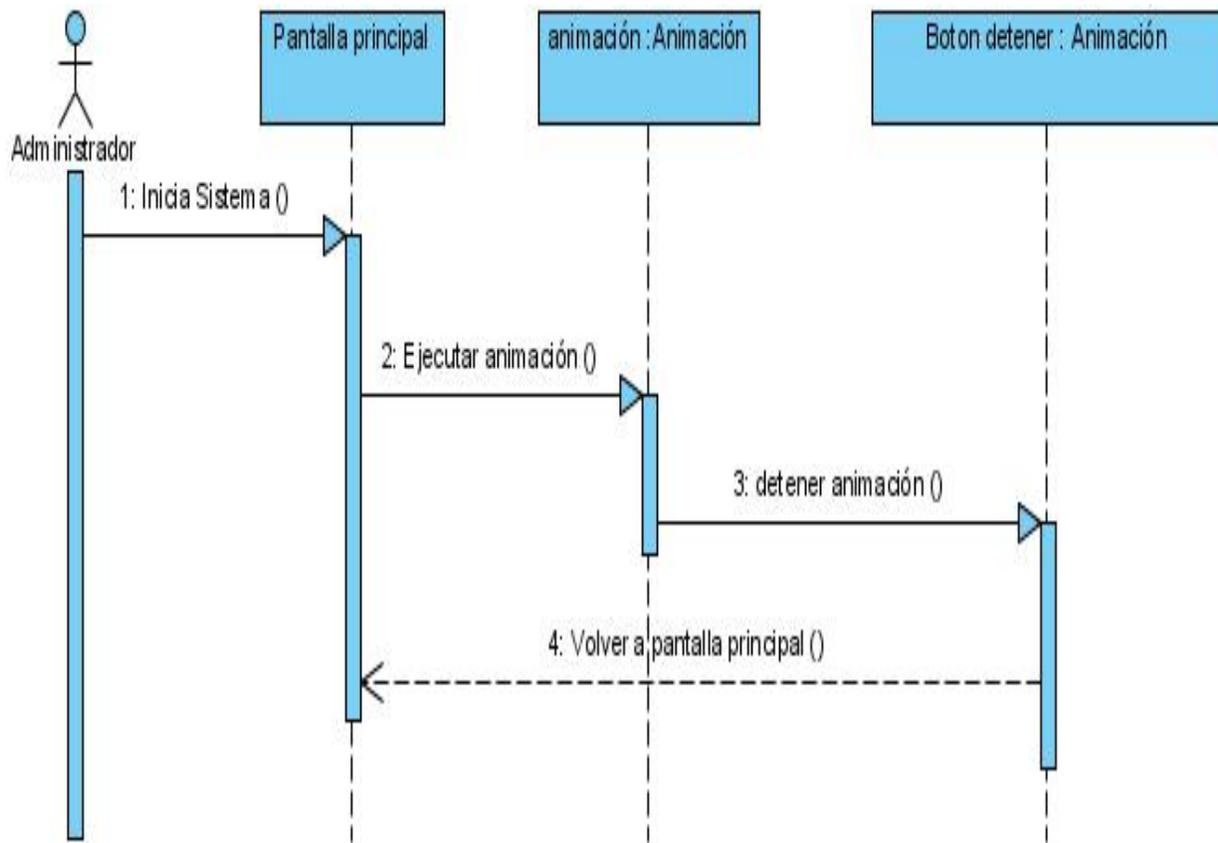


Figura 23. Diagrama de secuencia para detener la animación.

Una vez que se está ejecutando la animación el Administrador puede detener la animación y así regresa a la pantalla principal.

Diagrama de secuencia: Cambiar contraseña

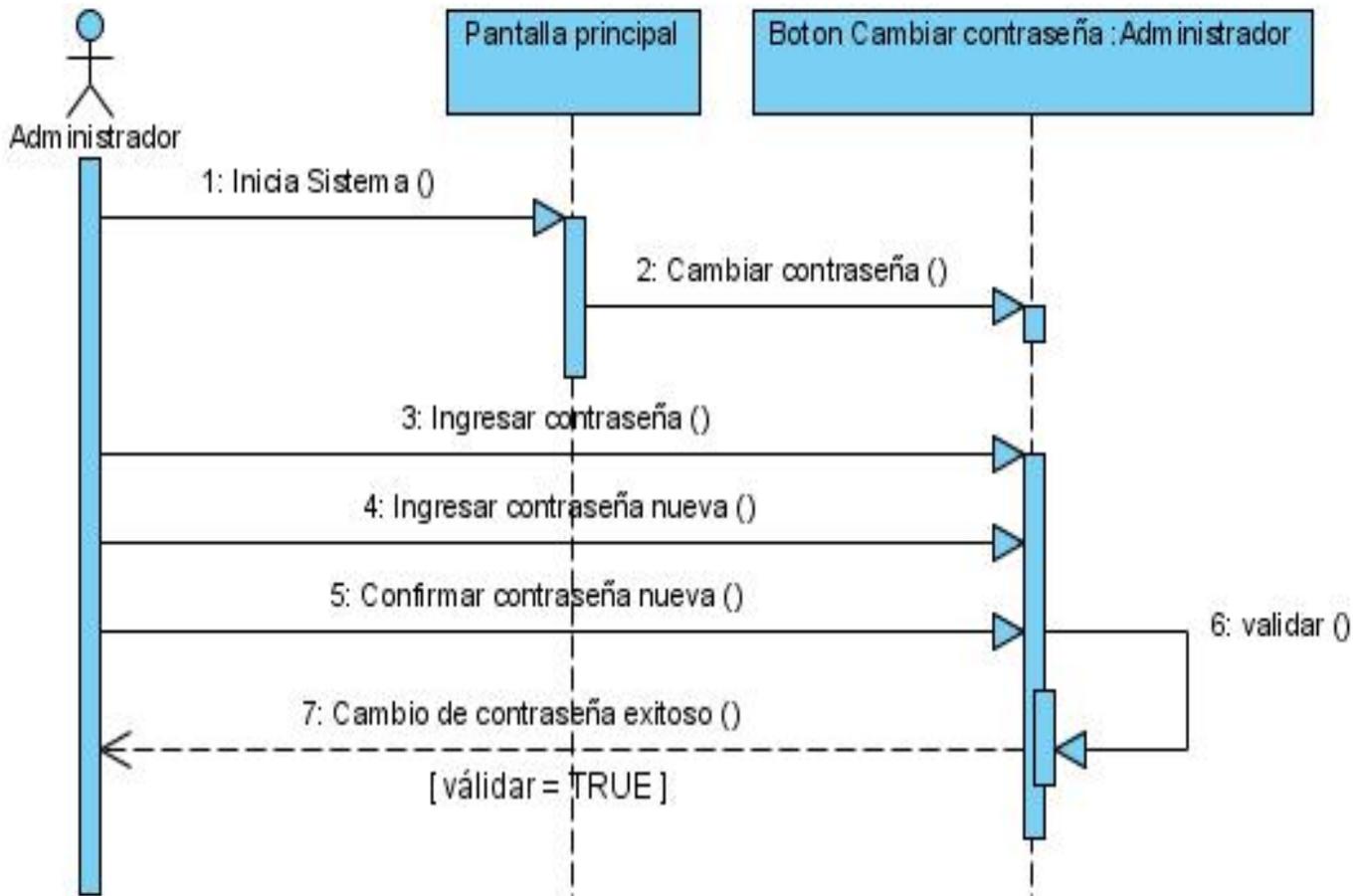


Figura 24. Diagrama de secuencia para cambiar la contraseña de acceso al sistema.

El administrador inicia sesión en el sistema y elige la opción Cambiar contraseña, se ingresa la contraseña del sistema, posteriormente se ingresa la contraseña nueva, se confirma la contraseña nueva volviéndola a ingresar y se validan los datos; si son correctos la contraseña se cambia exitosamente.

Diagrama de secuencia: Control de la base

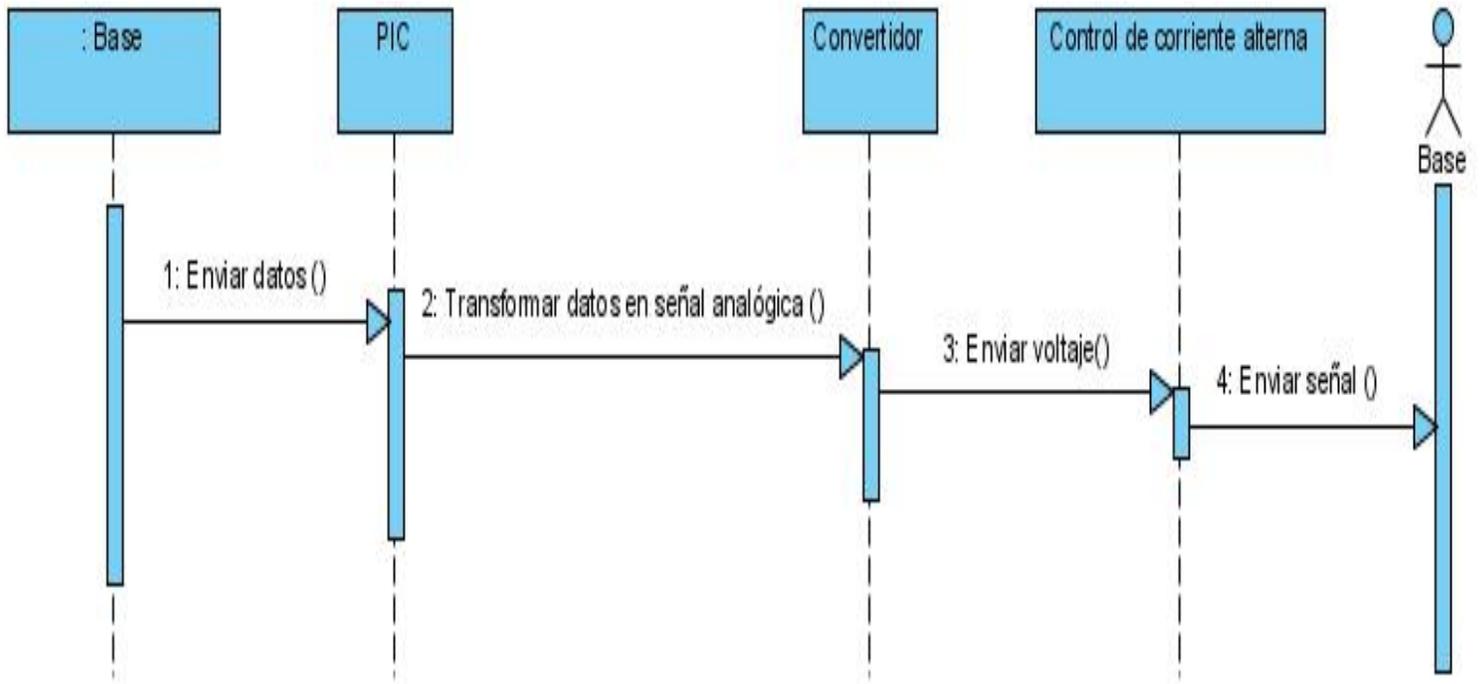


Figura 25. Diagrama de secuencia para el control de la base.

Para el control de la base, se manda la señal para que sea convertida en voltaje y con este se generen las vibraciones para mandarlas a la base.

4.4 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

Son un tipo especial de diagramas de estados que se centra en mostrar el flujo de actividades dentro de un sistema. Los diagramas de actividades cubren la parte dinámica de un sistema y se utilizan para modelar el funcionamiento de un sistema resaltando el flujo de control entre objetos [2].

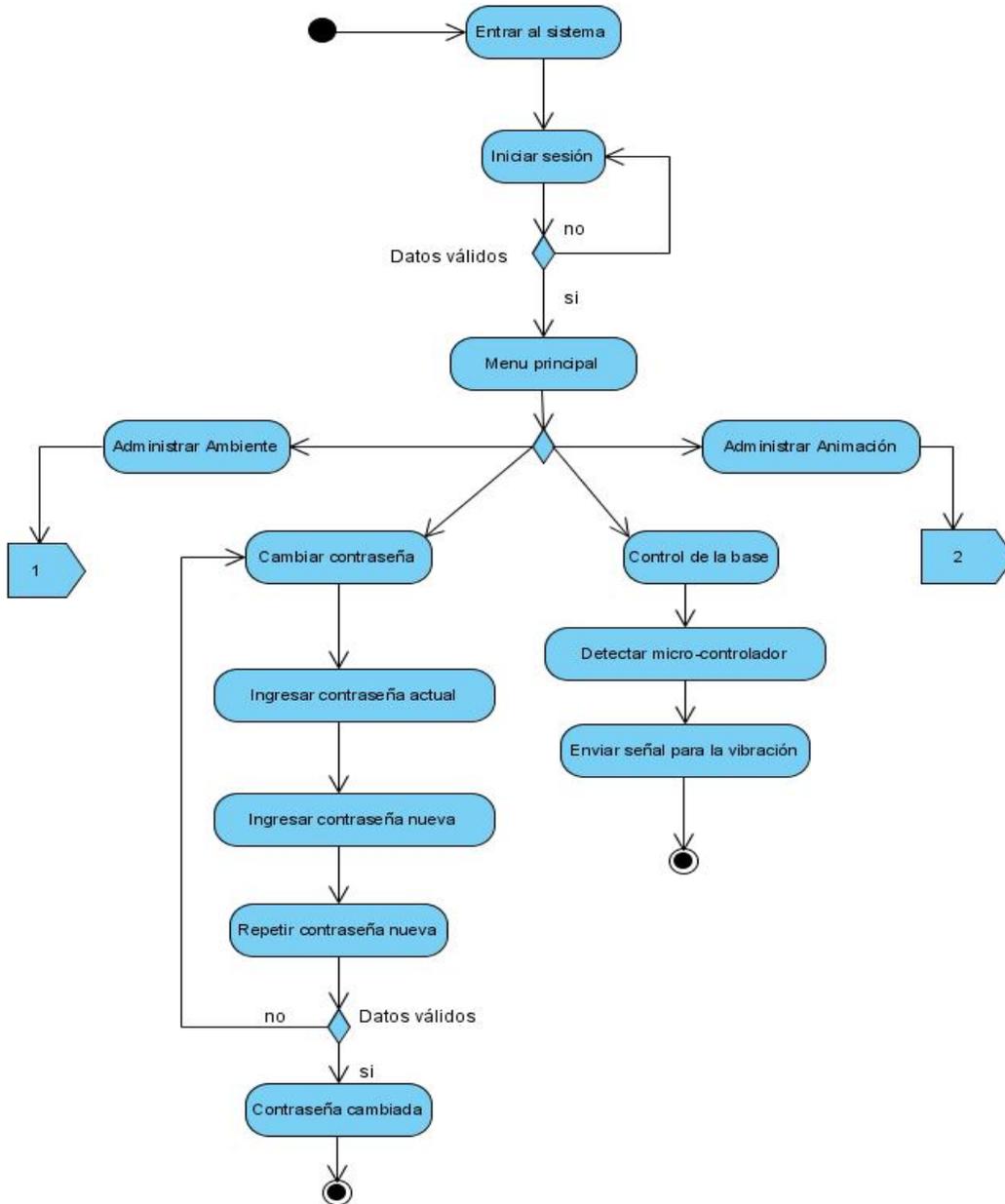


Figura 26. Diagrama de actividades.

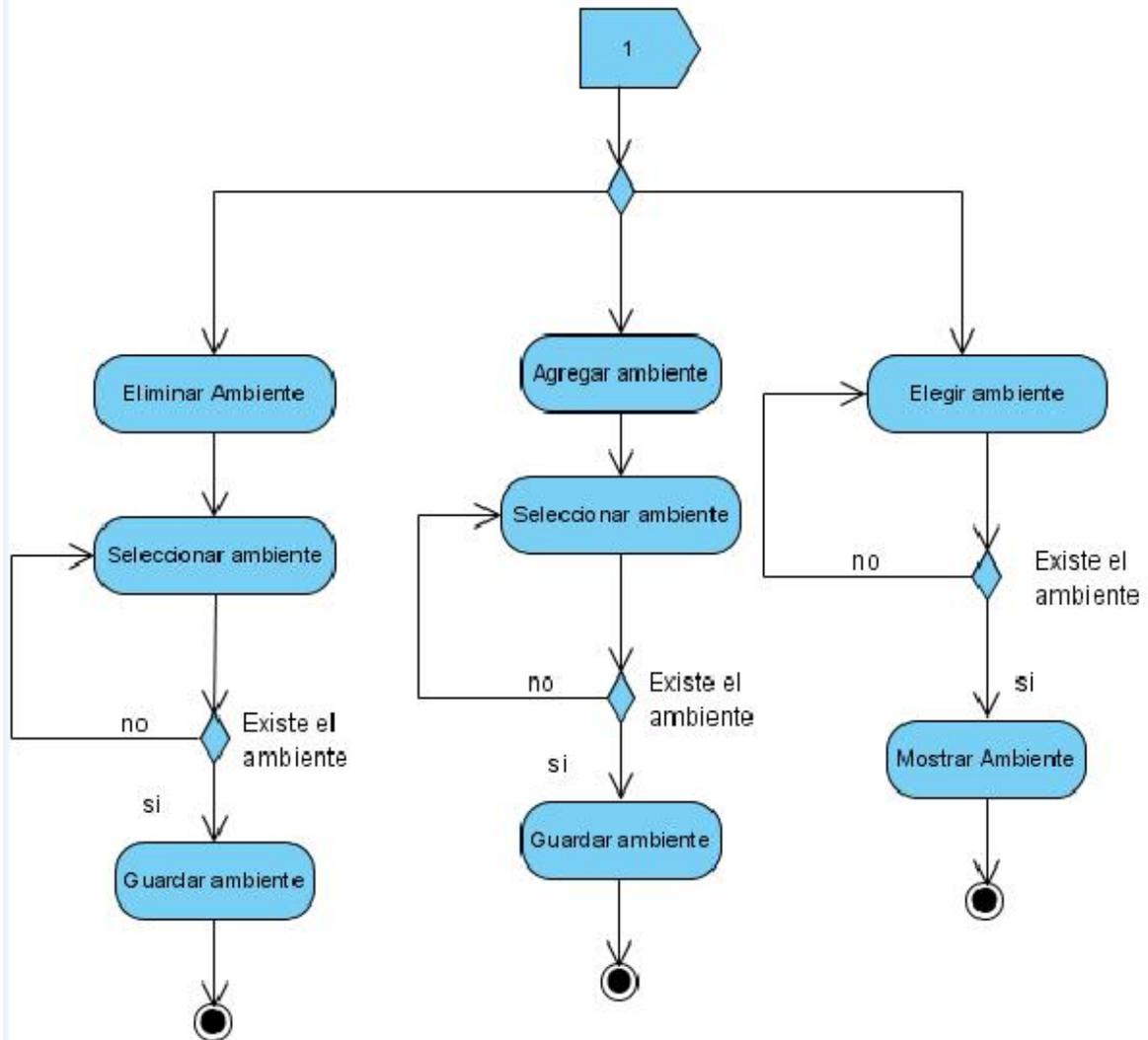


Figura 26.1. Continuación del diagrama de actividades.

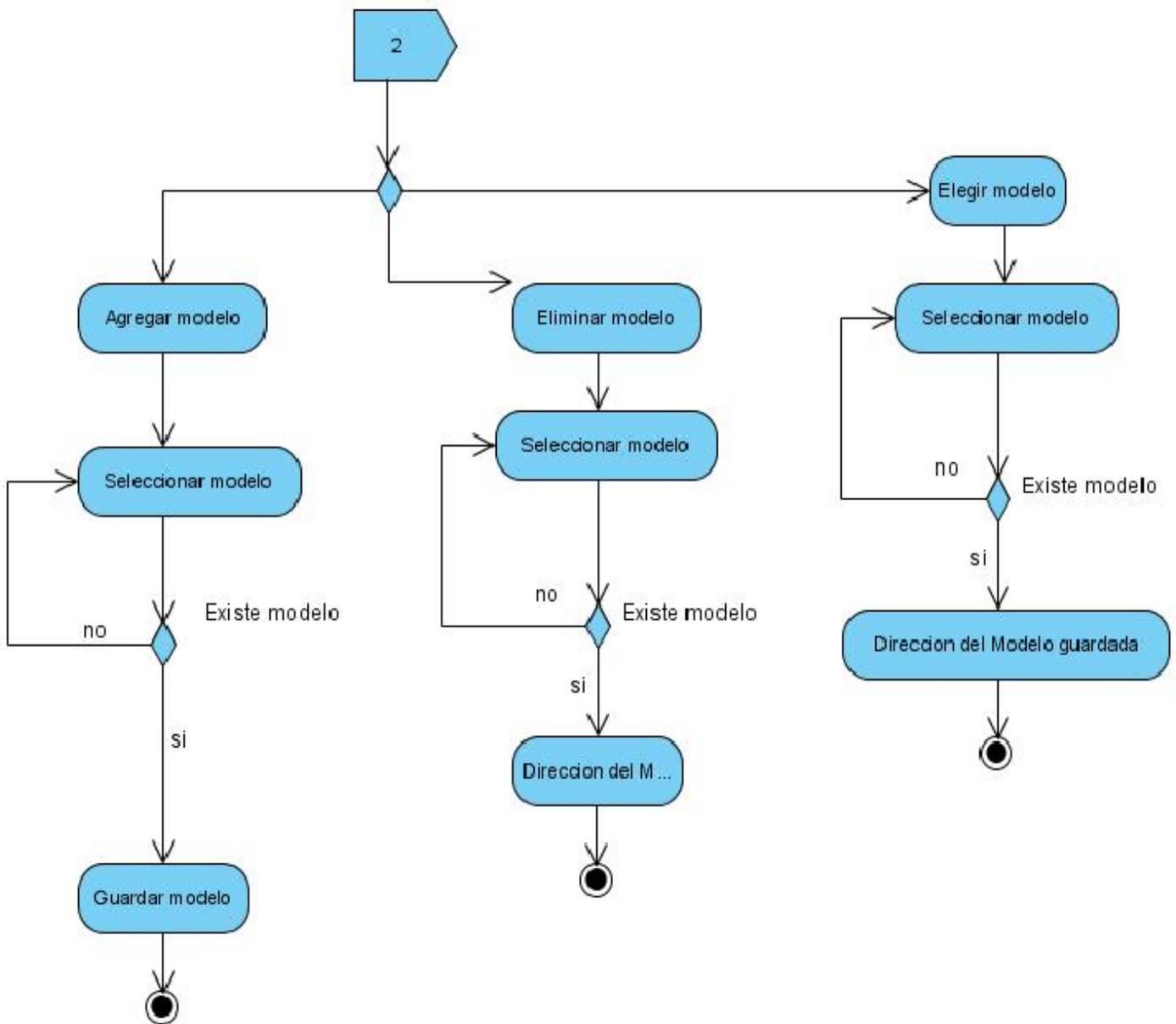


Figura 26.2. Continuación del diagrama de actividades.

4.5 DIAGRAMA DE CLASES

Muestran un conjunto de clases, interfaces y colaboraciones, así como sus relaciones. Estos diagramas son los más comunes en el modelado de sistemas orientados a objetos y cubren la vista de diseño estática o la vista de procesos estática (sí incluyen clases activas). [2]

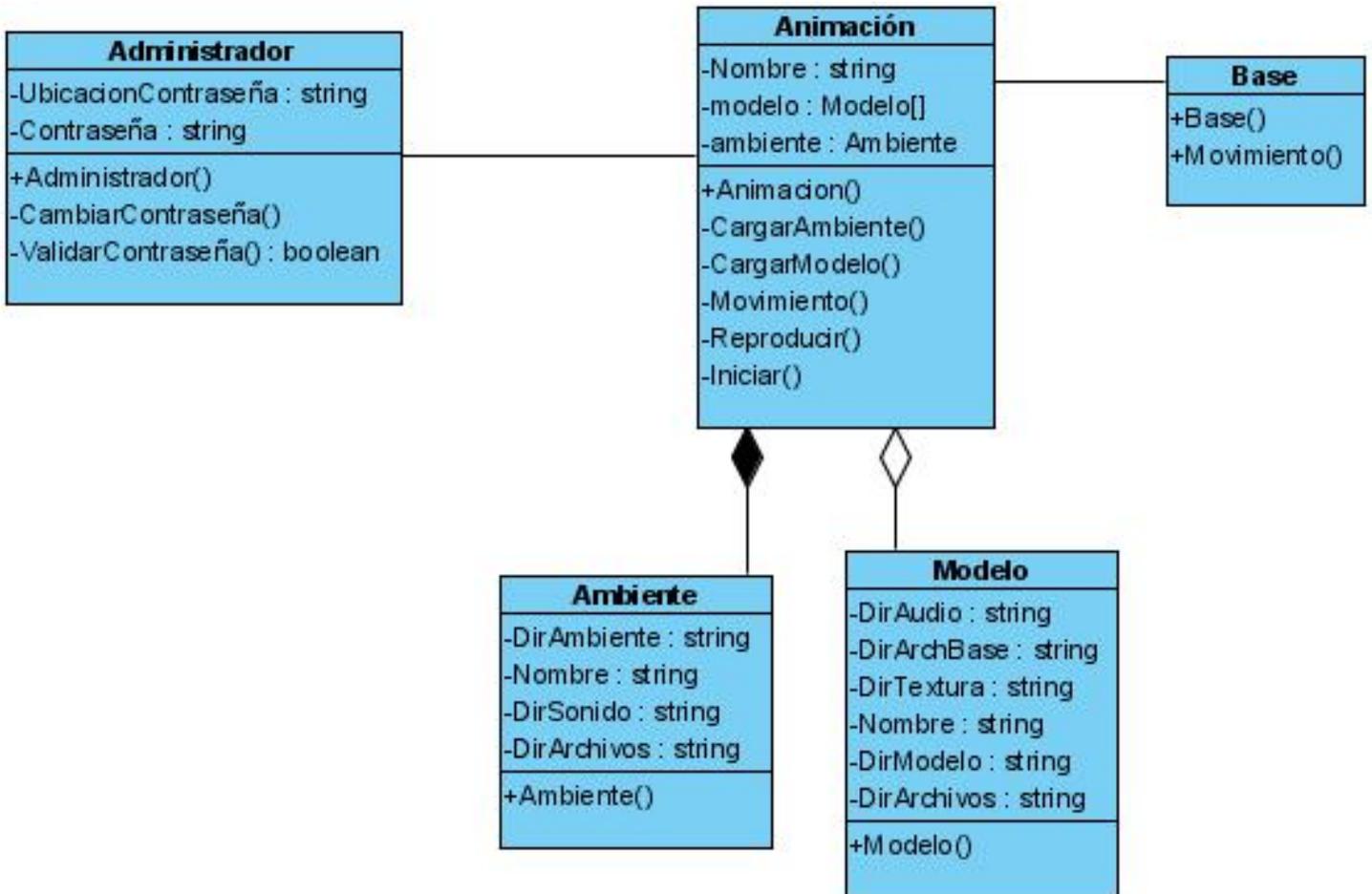


Figura 27. Diagrama de clases.

5 DESARROLLO

5.1 PROCESO DE MODELADO DE LOS DINOSAURIOS

Se parte de una primitiva geométrica en este caso se utiliza la denominada “cube” en blender y de esta se emplea el método “Extrude” para darle la forma deseada procurando abarcar todos los detalles para que el modelo se asemeje al real en lo más posible, se coloca una imagen de fondo la cual servirá de guía para realizar dicho modelo y de esa forma asemejarlo más.

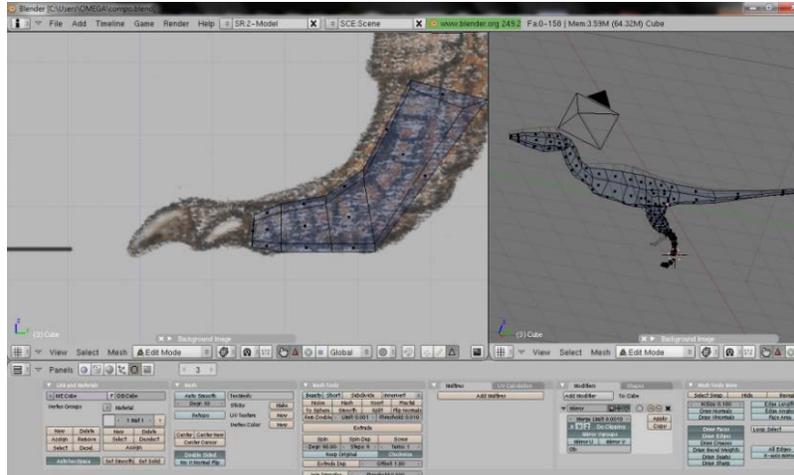


Figura 28 Modelado de dinosaurio.

Posteriormente se agregan los modificadores al modelo construido todo este modelo se conoce como “malla” en blender y a esta se le pueden aplicar dichos modificadores que permiten al modelo obtener características más reales los modificadores que más se utilizaron fueron el de “mirror” el cual nos permitió utilizar la imagen de perfil de un dinosaurio y reflejar en el otro eje y así completar el modelo también se utilizó “subsurf” el cual atenúa las intersecciones que hay entre los vértices de manera que sea más orgánico y se puedan ver curvas y los cuerpos no estén tan cuadrados.

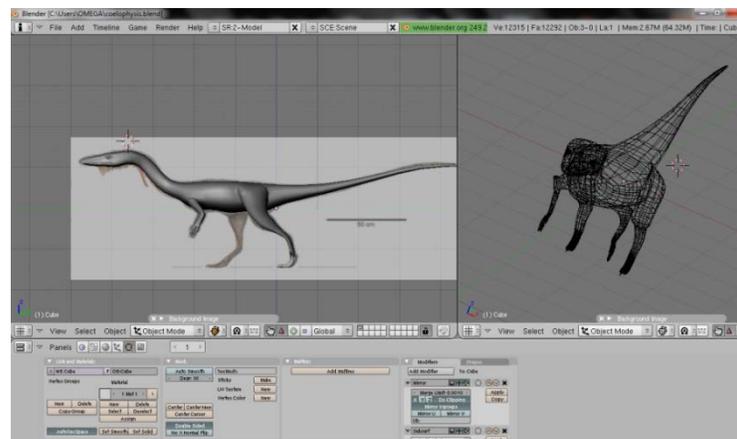


Figura 28.1 Aplicación de los modificadores.

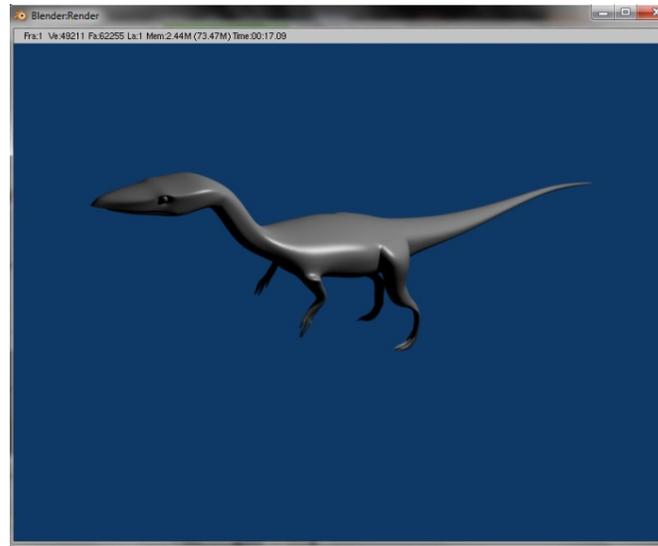


Figura 28.2 Visualización del modelo sin textura y sin animación.

Una vez que se cuenta con el modelo del dinosaurio se aplica la textura para ello se utiliza la técnica de mapeo UV la cual permite obtener un nivel de realismo más alto, consiste en separar por caras el modelo como si se abriera todo el modelo y quedara plano para así aplicar colores sobre toda la imagen que se crea del modelo extendido.

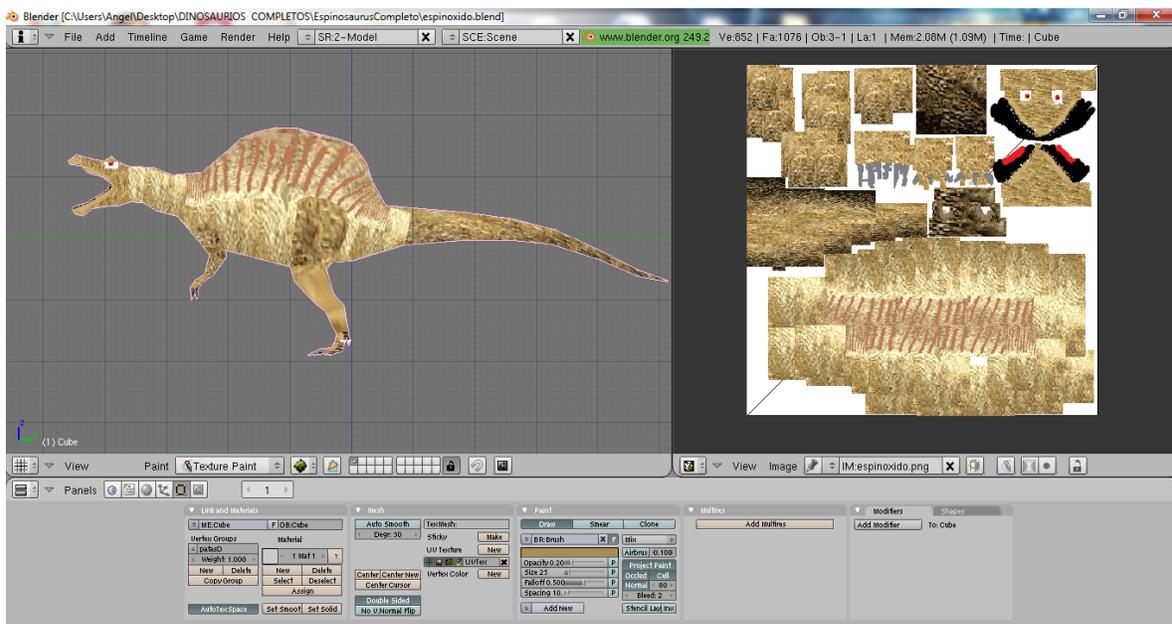


Figura 29 Aplicación del mapeo UV

Con esta técnica se pueden agregar diferentes texturas, además de abarcar más detalles para que el modelo obtenga un realismo más alto que al aplicar otros métodos de texturas, los cuales impiden obtener la textura de los modelos como los deseamos.

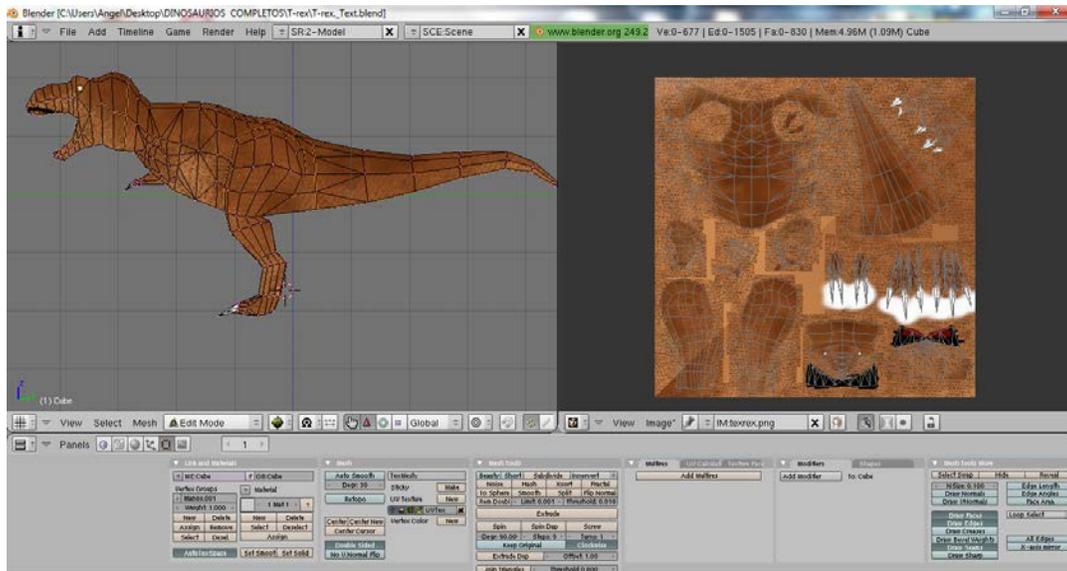


Figura 29.1 Aplicación de color al mapa UV

Posteriormente se aplica la animación al modelo la cual la realizamos mediante un esqueleto “Armature”. Esto consiste en crear un esqueleto el cual se asocia al modelo para permitirnos moverlo.

Para las animaciones utilizamos la ventana “NLA editor” en la cual ponemos “Keyframes” a diferentes posiciones del esqueleto para crear la animación.

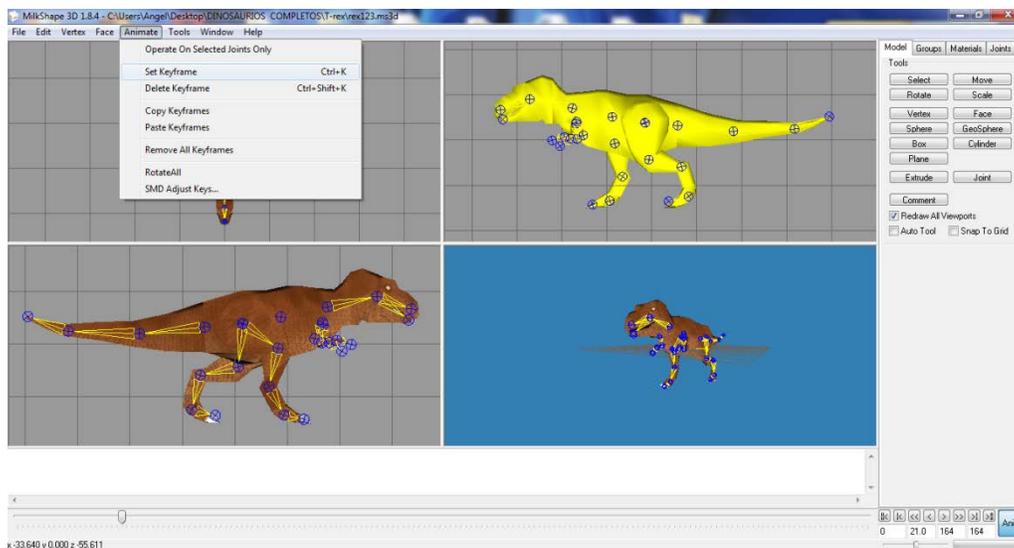


Figura 30 Animación del modelo

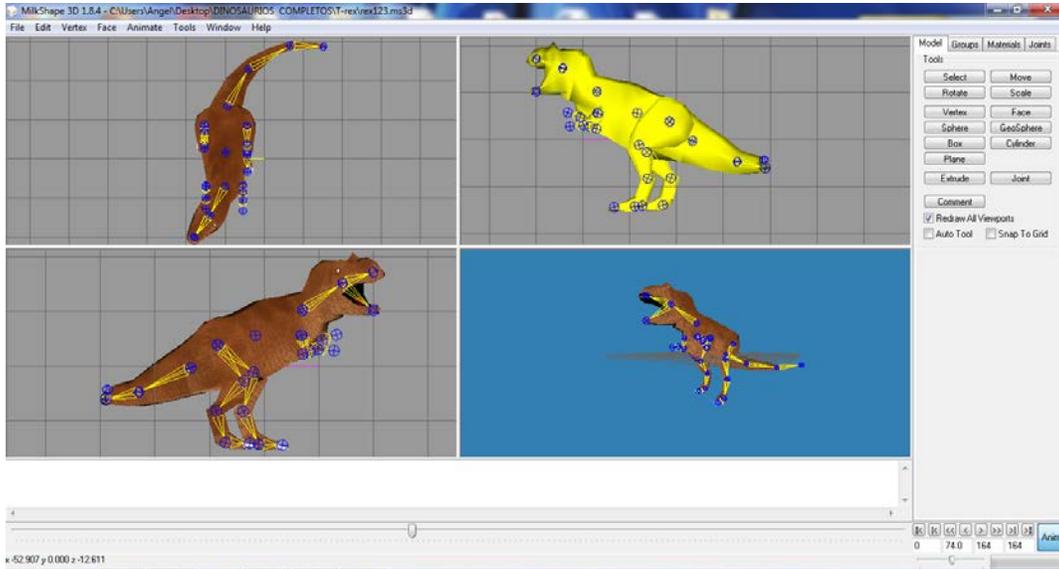


Figura 30.1 Animacion del modelo

Este procedimiento se realiza para cada uno de los dinosaurios presentados en esta galería.

5.2 DESARROLLO DE LA PLATAFORMA DE VIBRACIÓN

La plataforma de GID está construida de madera con unas medidas de 60 x 40 x 25 cm y un grosor en la madera de 2cm, con estas medidas de la plataforma se tiene previsto que soporte hasta 90 kilogramos para asegurar que el usuario aún sienta la vibración y la base no ceda al peso. También se ha delimitado un área en la cual el usuario pueda sentir una máxima vibración y es la parte más segura de la plataforma.



Figura 31 Diseño final de la base

La plataforma funciona con un motor de corriente alterna de 1800 rpm. El cual es activado con un micro controlador, que más adelante se especificará en qué consiste además de sus características, se le agrego al eje de rotación un contrapeso con lo cual es posible que se generen las vibraciones, se puede agregar un peso más grande esto haría que vibre más pero para la seguridad del usuario esto se ha moderado.



Figura 31.1 Motor de la base

5.2.1 CIRCUITO DE CONTROL DE LA VIBRACIÓN

Este circuito es el diseño inicial de la interfaz entre la plataforma y la computadora que le enviará los datos para que tenga los movimientos adecuados de acuerdo a la situación (Figura 32). En este circuito ocupamos un micro-controlador PIC4550 el cual fue solicitado a la página de <http://www.microchip.com> donde nos enviaron un ejemplo (Muestra) para poder usarlo en nuestro proyecto. El PIC4550 fue seleccionado debido a que te facilita hacer las interfaces de puerto USB que será el encargado de controlar la plataforma.

El puerto USB lo podemos controlar de dos formas, como un puerto USB directamente o a través de un puerto serie virtual esto más que al circuito repercute en la interfaz de software encargada de la comunicación entre el mundo digital y el físico.

Para simular este circuito ocupamos proteus ya que te permite simular una conexión USB con la maquina (Con Windows xp) y así hacer pruebas previas con el circuito entre el diseño y la elaboración del mismo.

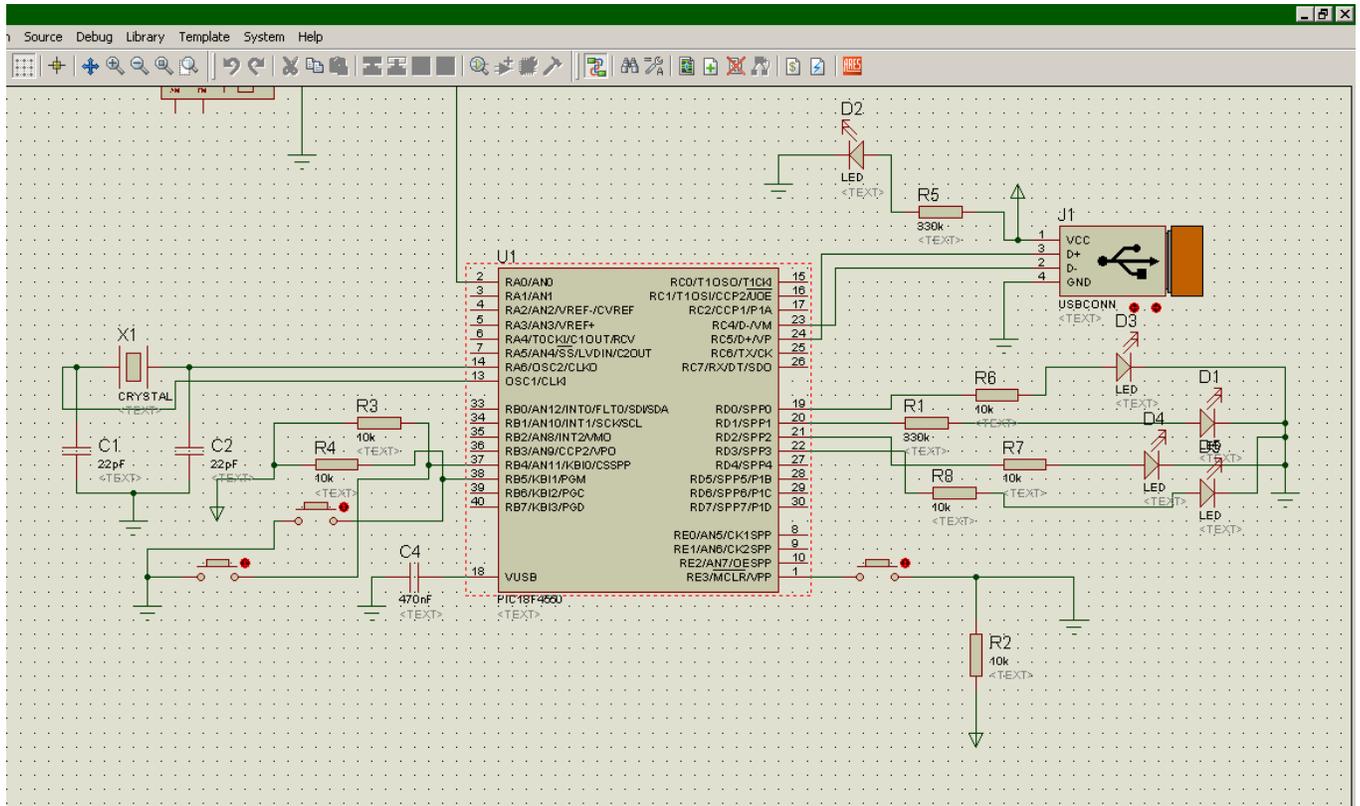


Figura 32 Diseño del circuito



Figura 32.1 Interfaz USB



Figura 32.2 Salida del circuito de control

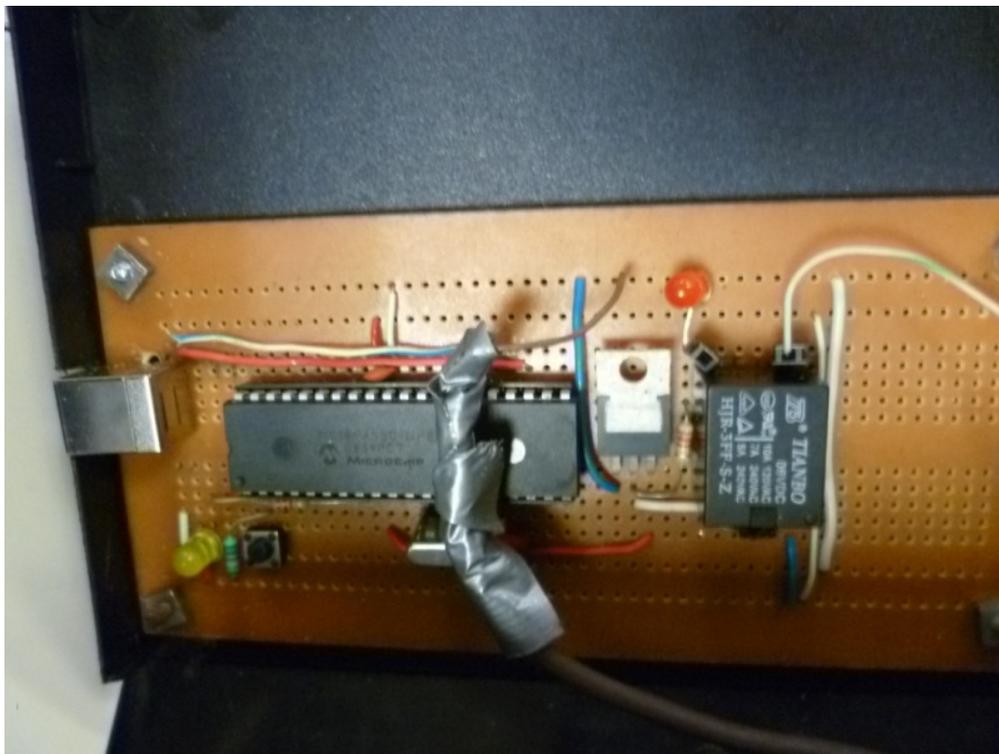


Figura 32.3 Circuito terminado

5.3 PANTALLAS GID PROGRAMA PRINCIPAL

Cuando se ejecuta el sistema se debe proporcionar un nombre de usuario y contraseña válidos para así poder ingresar al sistema principal de control, el usuario es un administrador el cual podrá manipular que dinosaurios se presentarán así como de los escenarios en que se proyectarán.



Figura 33 Pantalla de acceso a usuario

Si se proporciona un usuario y/o contraseñas incorrectos el sistema despliega un mensaje pidiendo que se ingrese un usuario y contraseña válidos



Figura 33.1 Notificación de usuario y/o contraseña inválidos

Cuando se accede al sistema se presenta una pantalla como en la Figura 33.2. La cual se divide en tres funciones principales además de poder cambiar la contraseña del usuario actual, los botones de administrar ambiente y modelo permitirán al administrador seleccionar de entre los diferentes modelos y ambientes, para poder ejecutar la animación es indispensable elegir tanto el modelo como el ambiente de lo contrario no se podrá ejecutar.



Figura 33.2 Pantalla principal del sistema GID



Figura 33.3 Alerta que no se agregaron modelo y ambiente

Al dar clic sobre administrar animación aparece el menú de la figura 33.3 en el cual aparecen 2 opciones las cuales son de agregar y eliminar el modelo, se cargara en el sistema para poder seleccionarlo posteriormente en la pantalla de ejecución del sistema.



Figura 33.4 Selección de modelo

Cuando se da clic sobre agregar modelo aparece la imagen de la figura 33.4 en el cual aparece el explorador de archivos el cual únicamente aceptara la carpeta que contenga la animación, el sonido, textura y una imagen del dinosaurio a seleccionar.

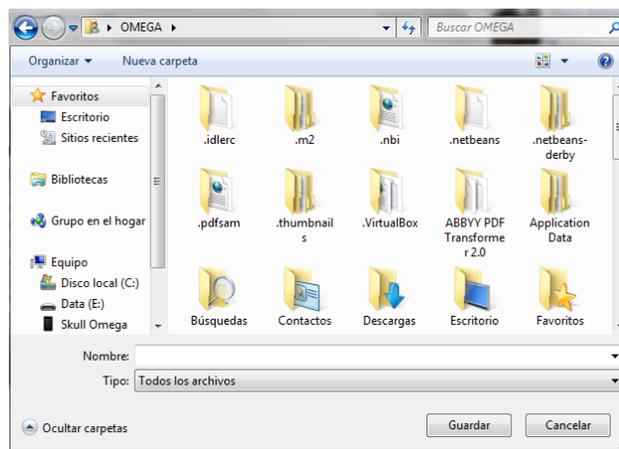


Figura 33.5 Selección de la carpeta del modelo



Figura 33.6 Validación de que la carpeta contenedora no tiene los archivos suficientes

La segunda opción elimina el modelo y permite escoger nuevamente otro modelo, al dar clic sobre regresar se presenta nuevamente el menú principal.



Figura 33.7 Eliminar modelo

Al dar clic sobre administrar ambiente se presentan las mismas opciones de la administración de los modelos, solo que en esta se puede elegir el escenario que se desea cargar al sistema al dar clic sobre ejecutar animación, de igual manera esta valida que la carpeta contenga los archivos necesarios para la ejecución de la animación.



Figura 33.8 Administrar ambiente

Finalmente de los puntos mostrados en el menú principal del usuario este puede cambiar la contraseña con el cual accede al sistema indicando primero cuál es su contraseña actual y luego proporcionar una nueva y un segundo campo valida que la contraseña nueva sea válida para así poder cambiarla, el menú que se proporciona se muestra en la figura 33.7



Figura 33.9 Cambiar contraseña

Cuando se presiona el botón de ejecutar animación se comprueba que se hayan cargado tanto un modelo como un ambiente se ejecuta la animación del modelo este reconoce la marca mediante la cámara la imagen que se presenta en las figuras 33.8 y 33.9 solamente muestran un poco de la animación, el modelo que se presenta está totalmente texturizado y animado.



Figura 33.10 Ejecución del sistema



Figura 33.11 Capturas del programa en funcionamiento



Figura 33.12 Capturas del programa en funcionamiento

6 TRABAJO A FUTURO

El presente trabajo puede extenderse ya que el programa no limita que tipo de modelos y escenarios se pueden escoger si cumple con la validación de la carpeta y contenga los archivos necesarios se podrán elegir otros ambientes y modelos, también se pueden quitar las validaciones para que así se proyecte cualquier modelo con una animación en realidad aumentada.

Se puede extender el modelo de la base y poder soportar más personas y un mayor peso, se cambiaría la forma en que se consigue la vibración de tal manera que a un grupo de personas pueda hacer que sientan vibración y proyectar las marcas en ambientes más grandes para que un mayor público pueda observarlos.

También aumentar los dispositivos para una mejor inmersión y una experiencia más realista.

7 CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema en el cual cumplimos con los objetivos específicos planteados, se creó una galería de dinosaurios y ambientes usando realidad aumentada, la inmersión se logró mediante el uso de una base que emite vibraciones donde los sonidos y el movimiento de los dinosaurios están sincronizados. Todo esto se logró gracias al uso adecuado de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, así como también de la investigación y adquisición de nuevos conocimientos sobre el uso de las herramientas que empleamos.

La unión de los conocimientos y habilidades del equipo fue muy importante para la realización del proyecto ya que se analizaron las distintas opiniones para tomar la mejor decisión y así llegar a cumplir nuestro objetivo.

8 ANEXOS

Glosario

Mirror

Con este modificador es posible modelar únicamente la mitad de objetos que son simétricos respecto de algún eje. Hay multitud de objetos que pueden realizarse mediante esta técnica; desde el cuerpo humano, automóviles, mobiliario, etc. El modificador de Mirror básicamente copia la malla poligonal invirtiéndola respecto de algún eje (o de la combinación de varios ejes).

Armature

El objeto Armature es el objeto básico para animación de personajes. Es un objeto que consiste en una serie de "huesos" que pueden o no estar interconectados. [21]

Keyframes

En una animación definen el punto inicial y final de una transición de movimiento.

Mapeo UV

El mapeo UV es una manera de crear texturas de tipo Imagen sobre modelos tridimensionales. [21]

Extrude

Herramienta para modelar en Blender.

Subsurf

Modificador usado en Blender para redondear objetos 3d.

NURBS

Las *curvas NURBS* son definidas como polinomios racionales, y son más generales, estrictamente hablando, que las curvas Bézier. [21]

Metaballs

Metaball es el nombre de una técnica de gráficos realizada por la computadora para simular interacción orgánica entre diferentes objetos n-dimensionales.

Shaders

Propiedad de un objeto 3d que permite definir las propiedades de su material.

9 REFERENCIAS

Referencias bibliográficas.

[1] PIATTINI MARIO G. Análisis y diseño detallado de aplicaciones Informáticas de gestión. 1ª ed. RA-MA Editorial, Madrid, 1996.

[2]Raúl Alarcón. Diseño orientado a objetos con UML. Grupo EIDOS
C/ Téllez 30 Oficina 2 28007-Madrid (España).

[3] Rachel Firth, Neil Francis, Nickey Butler. Dinosaurios 1º Ed.. EDC Publishing
Tulsa, Oklahoma 2001

[4] Rachel Firth, Franco Tempesta, John Woodcock. Dinosaurs 2º Ed. EDC Publishing
Tulsa, Oklahoma 2008

[5] Sanz, J. L. Mitología de los dinosaurios. 1º Ed. Editorial Taurus. Madrid, 1999

Referencias de internet.

[6]Linkmesh, “Evolución de los dinosaurios”, Recuperado 10 de septiembre del 2011,
<http://www.linkmesh.com/articulos/tag/la-era-mesozoica>

[7]José Antonio Millán, “Los grandes dinosaurios de la Era Mesozoica”, Recuperado 10 de
septiembre del 2011, <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num2/art10/int10.htm>

[8]Erthzel, “Era Mesozoica”, Recuperado 10 septiembre del 2011,
<http://www.erthzel.com/page5.html>

[9]M. D. Pozo Rodríguez y Félix S. López, “Periodo Triásico”, Recuperado 10 de
septiembre del 2011,
<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/html/adjuntos/2008/02/05/0005/Triasico.html>

[10]M. D. Pozo Rodríguez y Félix S. López, “Periodo Cretácico”, Recuperado 10 de
septiembre del 2011,
<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/html/adjuntos/2008/02/05/0005/Cretacico.html>

[11]Robert Mash, “Dinosaurs Alive! (Augmented Reality)”, Recuperado 10 de septiembre
del 2011, <http://www.carltonbooks.co.uk/display.asp?isb=9781847325785>

[12]DK en español, “3-D Dinosaur”, Recuperado 10 de septiembre del 2011,
<http://us.dk.com/nf/Book/BookDisplay/0.,9780756672157,00.html?strSrchSql=3d/3-D Dinosaur DK Publishing>

[13]The Royal Tasmanian Botanical Gardens, “Dinosaurs in the Garden!!”, Recuperado 10
de septiembre del 2011, <http://www.rtbg.tas.gov.au/index.aspx?base=3328>

[14] The Future is Wild, “Future Worlds”, Recuperado 10 de septiembre del 2011, <http://www.thefutureiswild.com/index.asp>

[15]Canon, “Galeria de Dinosaurios”, Recuperado 10 de septiembre del 2011, <http://web.canon.jp/pressrelease/2009/p2009jul08j.html>

[16]Jay Donovan, “¿Citizen 2010: Dinosaurs in your phone? ”, Recuperado 10 de septiembre del 2011, <http://techcrunch.com/2010/05/07/icitizen-2010-dinosaurs-in-your-phone>

[17]Philip Lamb , “ARToolkit”, Recuperado 10 de septiembre del 2011, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

[18]Blender Foundation, “Blender Features”, Recuperado 10 de septiembre del 2011, <http://es.wikipedia.org/wiki/Blender>

[19] Processing “Processing about”, Recuperado 7 de junio de 2012, <http://processing.org/>

[20] Milkshape 3D “Milkshape 3D about”, Recuperado 7 de junio de 2012 <http://www.milkshape3d.com/>

[21]Wiki acerca de blender , Recuperado 7 de junio de 2012 <http://wiki.blender.org/index.php/Doc:ES/2.4/Manual/Modeling/Curves>

[22]Wikipedia enciclopedia libre, Recuperado 7 de junio de 2012 <http://es.wikipedia.org/wiki/Metaball>.