



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

***Anima Libri: Cortometraje, en el
marco del futuro de la
cinematografía computacional
en México***

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniera en Computación

P R E S E N T A

Lili Teresa Monroy Cerrillos

DIRECTORA DE TESIS

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Anima Libri: Cortometraje
en el marco del futuro
cinematográfico
computacional en México

TESIS

Presenta

Lili Teresa Monroy Cerrillos



“Comprender las cosas que nos rodean es la mejor preparación para comprender las cosas
que hay más allá”

HIPATIA DE ALEJANDRÍA

“Toda la vida he pertenecido a las películas. Soy hijo del cine”.

RAY BRADBURY,

Zen en el Arte de escribir.

“El desarrollo del hombre que depende fundamentalmente de la invención, es el producto
más importante de su cerebro creativo”.

NIKOLA TESLA

A ti, que persistes.

A mí, que resiste.

**A aquellos que el olvido engulle, las circunstancias les desfavorecen
y pese a todo, iluminan el abismo con el fulgor de su esencia**

A Lidia y Carlos, mis padres, que persisten y resisten e iluminan mi camino como la estrella del Norte.

Porque somos nada y somos todo.

Agradecimientos

A lo largo de mi carrera he recibido el apoyo, el consejo y el aliento de muchas personas para continuar mi camino hacia una de mis principales metas en mi vida: terminar con éxito mi carrera profesional como Ingeniera en Computación; son tantas personas, como para citar a cada una en este pequeño espacio de agradecimiento, aun así, siempre estaré agradecida a ellos y ellas por haber realizado un papel importante en mi formación académica.

Sin embargo, hay personas que jugaron un papel decisivo en mi vida y que debo agradecer especialmente su apoyo permanente en la realización de este proyecto y la finalización de mi carrera:

Carlos Monroy, mi padre, que además de padre ha sido mi salvaguarda, mi mentor de vida y sin duda un preciado amigo, por sus palabras llenas de sabiduría, su apoyo, y su sacrificio; por darme una vida llena de flores poéticas que enriquecieron mi vida hasta ahora y me permitieron ser quien soy actualmente; y por supuesto, por siempre mantenerme reflexiva como el buen Sócrates Moderno que eres, el Comodín de este engranaje social.

Lidia Cerrillos, mi madre, amiga y confidente de mis sueños y deseos. Por tu apoyo y sacrificio, por su acertada guía y su calidez que produce en mí la valentía suficiente para continuar en la batalla de cada día. Por ser la llama que conduce mis pasos en los momentos de oscuridad y brilla para mí como un faro en la tempestad. Por tu consuelo y cuya presencia siempre me mantuvo alegre y con fe en la vida.

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez, por haberme guiado e iluminado en mi formación universitaria, además de seguir orientándome en lo relativo a mi próximo futuro profesional. Esta tesis no habría sido posible sin su invaluable ayuda.

A mis profesores y profesoras que contribuyeron con sus conocimientos y sabiduría en mejorar mi perspectiva como ser humano y futura profesionista. Por cada clase que fue única e inolvidable,

A mis compañeros y compañeras, por compartir alegrías, desconciertos, tristezas y regocijos durante cada semestre. Por la camaradería que perdura.

A Theo, porque al amar también se aprende. Por quien me impulsó a florecer y brillar.

Índice

<i>Agradecimientos</i>	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.3 Objetivos	3
1.4 Limitaciones de la investigación	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes históricos	4
2.2 Efectos especiales	7
2.3 Efectos visuales	9
2.4 Imágenes generadas por computadora	13
2.4.1 Creación de imágenes generadas por computadora	17
2.5 Animación	22
2.5.1 Técnicas de animación cinematográficas	25
2.5.1.1 Animación bidimensional 2D	25
a. Animación por fotogramas clave	25
b. Animación por sprites	26
c. Animación por recortes	27
d. Animación por trayectoria	28
2.5.1.2 Animación tridimensional 3D	29
a. Animación paso a paso	29
b. Animación por cotas	30
c. Animación por rotoscopia	31
d. Animación procedural	32
e. Stopmotion	33
f. Animación experimental	35
g. Animación captura de movimiento	35
CAPÍTULO III. SOFTWARE PARA CGI Y VFX	
3.1 Software 3D Integral	37
3.1.1 Autodesk	37
3.1.2 Blender	45
3.1.3 Houdini	48
3.1.4 Zbrush	49
3.2 Engine/Framework	
3.2.1 Unity	51
3.2.2 Unreal	53

CAPÍTULO IV. APLICACIONES

4.1 Publicidad	55
4.2 Videojuegos	57

CAPÍTULO V. EL FUTURO DEL ENTRETENIMIENTO

5.1 Industria de estudios dedicados a CGI y VFX en México	59
5.2 Industria de los Videojuegos en México	62
5.3 Realidad Virtual en la industria del cine	64
5.4 Del cortometraje como comienzo para México de competir a nivel mundial	68

CAPÍTULO VI. ANIMA LIBRI

6.1 <i>Anima Libri</i>	69
6.2 Cortometraje <i>Anima Libri</i>	71

CONCLUSIONES	74
--------------------	----

REFERENCIAS	76
-------------------	----

INTRODUCCION

Concebimos la creación como la integración de imaginación, exploración, comprobación de interpretación; la creación es una actividad revolucionaria por excelencia, prueba sublime de la grandeza de toda obra humana que culmina en el arte, la ciencia y la tecnología. Es innegable que el hombre no es un ente separado de la naturaleza, es naturaleza; pero tal circunstancia transformadora ha llevado a nuestra especie, no pocas veces y sin recato, ha considerarse a sí misma como única sobre el planeta Tierra, y tal vez, hasta ahora, del universo.

Arte e ingeniería han estado presentes en las sociedades humanas desde los comienzos de la civilización: pinturas rupestres, arcos, cerámica, poleas, pirámides, aviones, edificios, computadoras, teléfonos e innumerables instrumentos que nuestra especie ha ido inventando y perfeccionando a través de los siglos, y de esta manera, se ha plasmado el horizonte cultural de las sociedades humanas, cualidad que vincula indisolublemente a ambas materias. Insistamos: no hay ejemplo más claro del nexo arte-ingeniería que ese invento denominado el séptimo arte: el cine. En esta tesis se analiza el impacto de la cinematografía computacional y su posible futuro en México; asimismo, se examinan las posibilidades futuras de la industria dedicada a la creación de efectos especiales e imágenes generadas por computadora que fortalecen la industria cinematográfica en nuestro país.

El cine es la síntesis e integración de las artes, la ingeniería y la ciencia: por las artes visuales están presentes la fotografía y la plástica; en las artes escénicas tenemos la danza y el teatro; las artes musicales aportan, entre otras cosas, la composición del *soundtrack* que acompaña a las películas; la literatura contribuye en la realización del guion. En cuanto a la ingeniería, colabora en los esenciales campos de la robótica, mecánica e ingeniería civil para la creación de prototipos o escenarios especiales, casi para cualquier producción cinematográfica; el cine actual, no sería lo que es sin el sonido, los ingenieros en sonido graban, manipulan, mezclan y reproducen audios desarrollados para el film; la ingeniería en computación y ciencias de la computación, desarrollan softwares y herramientas para la creación de efectos visuales e imágenes generadas por computadora y en muchas ocasiones,

responsable de la realización de películas animadas en 3D; y, por último, pero no por eso menos importante, la ciencia en general, la cual permite optimizar los programas especializados en efectos visuales, modelado y animación con complejos algoritmos que permiten mejorar la física desarrollada en dichos softwares.

El propósito general de esta tesis es analizar el papel que desempeña la computación gráfica en la industria cinematográfica mediante una investigación que implica conocer la historia y las técnicas utilizadas para la creación de CGI y VFX; así como y el futuro de la cinematográfica con tecnologías de realidad virtual, además de considerar el papel desempeñado de México con estudios que podrían competir a nivel internacional con los elementos que se utilizan para la creación de largometrajes y cortometrajes.

CAPÍTULO I. ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivos

Por medio de esta investigación, se analiza el impacto de la cinematografía computacional y su posible futuro inmediato, y sobre todo a mediano plazo; además, se exponen los alcances de la cinematografía computacional existente actualmente en México. Asimismo, se analizan las posibilidades futuras de la industria dedicada a la creación de efectos especiales e imágenes generadas por computadora que fortalecen la industria cinematográfica en nuestro país. Se estudia la forma de cómo la cinematografía computacional mexicana pueda llegar a ser reconocida en el propio país e internacionalmente, y de esta forma, competir con diversos estudios de índole global, logrando enriquecer el ámbito artístico, cultural y económico de nuestro país. Finalmente, se opta por la creación de un cortometraje para conocer y exponer las herramientas utilizadas por estudios dedicados a esta industria.

Limitaciones de la investigación

Las principales limitaciones que conlleva la investigación son principalmente información con respecto a nuestro país y la disposición de algunas empresas y representantes del área cinematográfica computacional en México para otorgar un poco de tiempo y compartir conocimientos sobre la temática que aquí se analiza.

Las limitaciones con respecto al cortometraje es la falta de hardware potente que permita agilizar la optimización y el renderizado adecuado, además de la obtención de licencias de programas mencionados en la investigación, tales como la paquetería de *Autodesk*, la paquetería de *Adobe*, entre otros, de los cuales muchos de ellos son de pago. Aunque dichas limitaciones fueron las principales cuestiones a resolver no fue un impedimento definitivo, ya que se recurrió a versiones de prueba o bien software gratuito. La cuestión de optimización de renderizado se desarrolló al límite considerando los medios con lo que se contaban.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes históricos

Esta investigación se aboca principalmente en cubrir conceptos y técnicas del cine computacional en el área de imágenes generadas por computadora (conocido por sus siglas en inglés como CGI, *computer-generated imagery*) o efectos visuales (conocidos por sus siglas en inglés como VFX, *visual effects*); para esto, consideramos vital echar un vistazo a la evolución del universo cinematográfico desde los inicios hasta la época contemporánea.

El cine surgió al integrar diversos inventos y descubrimientos, fundamentalmente, bajo la técnica de la fotografía. La memorable proyección de imágenes en movimiento realizada por los hermanos Lumière el 8 de diciembre de 1895 en el Grand Café de París, dio comienzo a la espectacular evolución del entretenimiento y la cultura en general. La proyección de aquel día generó en los espectadores fascinación y estupefacción. Quienes estuvieron presentes fueron testigos del nacimiento del futuro del entretenimiento, frente a ellos se escenificó la proyección de carruajes, personas caminando por la plaza de Bellecour, un tren en marcha, y el océano, que increíblemente daba la impresión de querer “salirse” de la pantalla. Entre los presentes, se encontraba el imaginativo y creativo Georges Méliès, quien haría del invento de los hermanos Lumière, una de las más representativas formas de arte y diversión. Gracias a su espíritu de ilusionista, Méliès logró cambiar y revolucionar el invento de los Lumière, a pesar de que estos siempre se negaron a vender los derechos de su creación; sin embargo, Méliès logró convertirse en el cineasta pionero en el ámbito de los efectos visuales.

Otros exploradores que contribuyeron a enriquecer y conformar el mundo del cine son: Max Sladanowsky con el *bioscop* (1892) perfeccionado por Messter, y el poco ético inventor estadounidense Thomas A. Edison con el *kinetoscopio*, quien lo patentó en el año de 1891 y lo presentó junto a Dickson en 1894. Edison sería, más adelante el monopolizador en esta industria, haciendo que emprendedores independientes pagarán altos precios al utilizar cámaras y herramientas propias para la industria cinematográfica de esa época, todo

gracias a que Edison se las había adjudicado y patentado para su beneficio; además fue uno de los primeros bucaneros de esa industria ya que pirateó a Meliès distribuyendo obras de éste sin el permiso del ilusionista.

A finales del siglo XIX y en los albores del siglo XX, la industria cinematográfica sólo se encontraba en auge en Francia y Estados Unidos, en donde se presentaban las primeras películas con actores y contenido profesionales, dando lugar a los *nickelodeons* o salas de proyección públicas de 5 centavos de dólar.

En un intento desesperado por deshacerse de las altas cuotas que exigía Thomas Edison por el uso de las cámaras cinematográficas, surgió en 1903, Hollywood, en un distrito de los Ángeles, California. En éste lugar, se establecieron los primeros estudios de la industria cinematográfica, después de la *Guerra de Patentes*, liderada por célebres productores y directores de talla mundial.

Estados Unidos aportaría la sonoridad al cine en un largometraje presentada en Nueva York en el año de 1927: *The Jazz Singer*; y en el año de 1928 con el primer largometraje con diálogos en *Perfect Crime*.

No fue hasta que en septiembre de 1928, la animación se abriría pasó como el primer film animado con sonido sincronizado: *Dinner Time* de Paul Terry; luego, Walt Disney, inspirado en éste cortometraje, crearía uno de los personajes animados más conocidos en el mundo, Mickey Mouse.

En el año de 1947 por iniciativa de los senadores republicanos Joseph McCarthy y Richard M. Nixon con iniciaron una etapa oscura y vergonzosa en Estados Unidos: la injusta “Caza de Brujas” contra figuras del cine sospechosas de ser comunistas, algo muy semejante a lo que en otra época fue, guardando las proporciones, la Inquisición.

Más tarde, se consolidaron los festivales de Berlín, Cannes, San Sebastián y Venecia, los cuales han servido para que no pocos realizadores independientes expongan sus propuestas cinematográficas, algunos con gran éxito.

Es importante mencionar el esfuerzo del cine japonés que, destacó por su manera de realizar películas posicionándose como uno de los grandes desarrolladores en la materia por su excelente calidad.

Alrededor de los setenta inició y tuvo un gran auge el género de cine con temas políticos y de acción; de igual forma, comenzaba a ser más común la videocámara, permitiendo con esto visualizar una película en la pantalla casera: la televisión. Esto obligó a las salas de cine a renovarse y conseguir que el espectador tuviese una mejor experiencia, agregando por ejemplo, *dolby-stereo*, mejorando la producción audiovisual, superando por mucho la experiencia del televidente de la época.

Los años ochenta serán recordados principalmente por largometrajes con temas de ciencia ficción y aventuras. Además, ya no sólo Estados Unidos o Francia encabezaban la industria cinematográfica, sino que se habían integrado otros países como Alemania, Italia, Suecia, Gran Bretaña y España, entre otros.

El cine asiático, como el chino, japonés e indio comenzó a ganar terreno en la década del noventa. En la actualidad, el cine indio ya tiene cierta calidad y fama con géneros que gustan en Hollywood.

A principios del siglo XXI, los trabajos de investigación en conjunto con diversos científicos e ingenieros renovaron una vez más el cine tradicional; hicieron posible el cine digital, el cual permite crear imágenes virtuales y donde la ingeniería computacional ha desempeñado un papel estelar.

Lo que comenzó en una sala de un café meramente como una demostración de secuencia de imágenes, un divertimento visual, es hoy una de las industrias más importantes,

no sólo en un contexto de entretenimiento, sino, en otros ámbitos, como el político, económico, científico, experimental y cultural en general.

2.2 Efectos especiales

La abreviatura SFX en inglés puede referirse a dos tipos de efectos utilizados en la producción de una película: efectos de sonido y efectos especiales. Este apartado se refiere a efectos especiales (en inglés *special effects*).

Actualmente las personas suelen confundir los términos efectos especiales con efectos visuales. El primero es meramente práctico o mecánico, desarrollados en el proceso de filmación y capturados por la cámara. Estos podrían incluir el efecto de clima, efectos de agua, pirotecnia, acrobacias, disparos, explosiones y edificios que colapsan.

En cambio con efectos visuales, estamos considerando aquellos elementos que son generados sólo durante la post producción y generalmente acompañados de imágenes generadas por computadora.

El término efectos especiales fue acuñado por los estudios Fox al mostrarse por primera vez en los créditos de la película *What Price Glory?*

Así lo define el libro *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*:

“Special effects are the on-set mechanical and in-camera optical effects, which are created in front of the camera -also referred to as SFX. Special effects include, but are not limited to, pyrotechnics, specially rigged props and cars, breakaway doors or walls, on -set model and miniatures, makeup effects, and atmospheric effects such as wind, rain snow, fire, and smoke”. [1]

Por lo tanto, se define como efectos especiales, a los efectos creados para el momento en que se pretende filmar (producción) como efectos reales durante la toma. Véase figura 1

como efecto especial al momento de la filmación y figura 2 con efectos visuales adicionales a la toma.



Figura 1. Imagen original Copyright 2015 Warner Bros Pictures.



Figura 2. Fotograma final Copyright 2015 Warner Bros Pictures

2.3 Efectos visuales

Los efectos visuales (generalmente acortados a VFX por su significado en inglés *visual effects*) han avanzado enormemente desde sus humildes comienzos como efectos especiales prácticos, hasta nuestros días. Con los rápidos avances en tecnologías y técnicas abocadas a la elaboración de gráficos por computadora, es a finales de los años noventa y principios del 2000, que los modelos miniaturas y personajes elaborados detalladamente -que requerían de un vasto tiempo de elaboración-, abrieron paso rápidamente al mundo de 3D y CGI. En 3D, se puede crear cualquier cosa, desde accesorios y prótesis digitales hasta sets completos e incluso mundos de la más pura fantasía.

Los VFX son varios procesos por los que se crea y se manipula la imagen y se organiza en contexto con la producción. Véase un ejemplo de efectos visuales en la figura 3 utilizados en la aclamada serie *Game of Thrones*.



Figura 3. Imagen Game Of Thrones copyright HBO.

The Visual Effects Arsenal: VFX Solutions for the Independent Filmmaker define los efectos visuales de la siguiente forma:

“Visual effects are processes used to manipulate imagery in the now mostly digital postproduction process. Often abbreviated as VFX, visual effects have taken over creating the kinds of imagery that were once dominated by the process of creating special effects. Special effects are effects either created on the set or within the camera”. [2]

Los efectos visuales son la integración de la imagen real con lo ficticio o aquello que se quiera adicionar en post producción. Generalmente son usados para crear efectos que serían peligrosos o costosos recrearlos (*matte paintings*, recreación de escenarios de fondo).

Los VFX son una parte inherente del cine ya que, por poco que sea el retoque de la cinta, siempre se quiere maquillar algo que no termina de “funcionar” en plano.

Películas como *Inception* de Christopher Nolan, *Avatar* de James Cameron o la *Trilogía del Señor de los Anillos* y *Trilogía del Hobbit* (Véase figura 4) de Peter Jackson, hubiesen sido imposibles de realizar en décadas pasadas, pero los avances tecnológicos que han permitido la creación de escenarios propios para esas realizaciones, desarrolladas expresamente para esas producciones por ingenieros que investigaron durante muchos años logrando encontrar soluciones completamente nuevas, y algunas, no pocas veces innovadoras.



Figura 4. VFX Breakdown El Hobbit

Los efectos visuales fueron diseñados para “engañar” al ojo humano y estimular la imaginación, cambiando la manera de ver el cine desde los primeros filmes hasta nuestros días.

Como menciona Dominique Nora en su libro *La conquista del ciberespacio*:

“Por justificado que esté intelectualmente, el debate sobre el empleo de efectos computacionales en la industria cinematográfica es tan vano como la pregunta de si es preciso detener el progreso”. [3]

Con lo expuesto por Nora sobre los efectos visuales, se añade que la mayoría de las películas más populares de nuestra época conllevan efectos especiales. Los resultados económicos se ven plasmados con las ganancias, y podemos constatar que películas con altos índices de desarrollo en efectos visuales arrasan en taquillas, como por ejemplo las películas de Marvel (Véase figura 5).

Por supuesto que romper récords en taquillas no significa que estas películas “sean buenas, ni que el cine digital acabará al cine tradicional. Pero el mercado masivo sufrirá un desplazamiento” [4], asegura Nora con quien estamos de acuerdo.

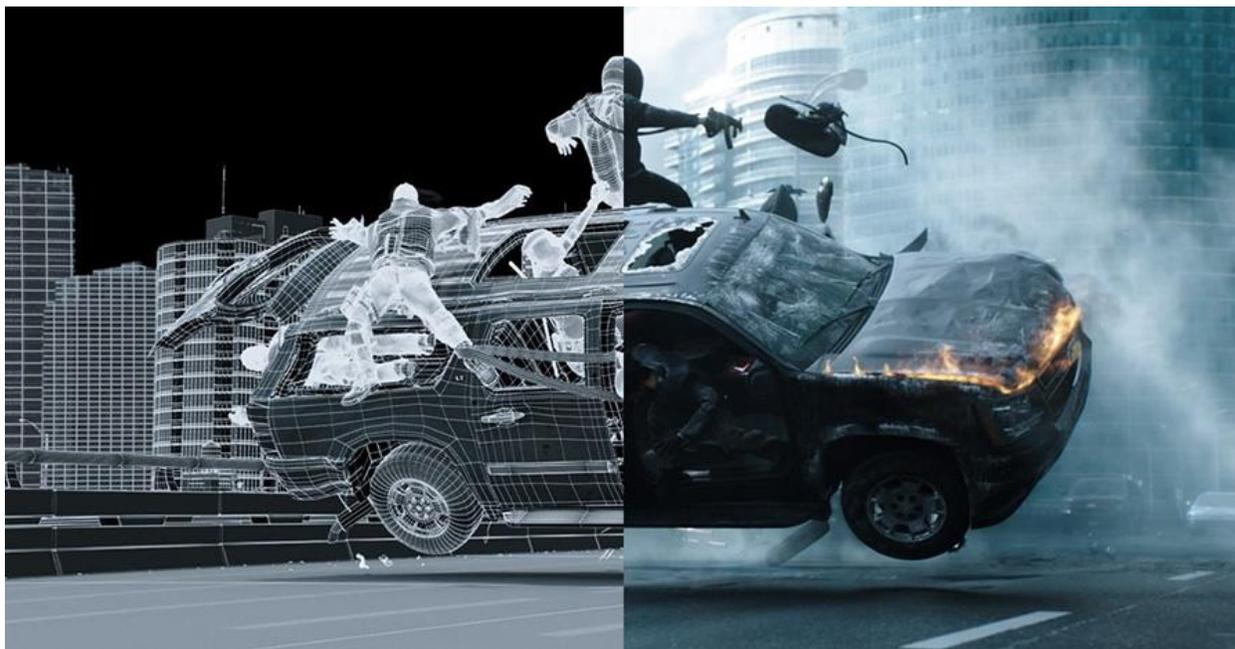


Figura 5. VFX Breakdown Deadpool

Cuando comenzaba a visualizarse la oleada de VFX, George Lucas declaró: “Todos se debaten para saber qué deben hacer. Vienen a verme aquí, y hablamos, pero curiosamente pocos de ellos escuchan. No están dispuestos a poner el dinero donde tiene sentido hacerlo, es decir, en la tecnología. Es verdad que nadie obtendrá ganancias suculentas en multimedia por durante años, pero es preciso invertir ahora”. Y así fue, cuando el grupo Sony, decidió apostar a la nueva tecnología al fundar en 1992 *Sony Pictures ImageWorks*. “El papel de las tecnologías digitales aumentará no sólo en las películas de efectos, sino en todas las producciones” predijo Bill Birrel, exvicepresidente del estudio [5].

Con el avance acelerado de las nuevas tecnologías, los efectos visuales suscitan polémica como en sus tiempos fue la transición del cine mudo al cine sonoro, y del cine en blanco y negro al cinemascopio. La industria de efectos visuales se ha visto obligada a adaptarse a esta nueva era digital.

Es importante tomar en cuenta que, así como el exceso de acción por la acción puede quitar interés a un buen argumento, el desborde de sangre, violencia y dólares que signa las películas y series americanas que empezó en las décadas de los ochenta y noventa, comenzó corrompiendo y matando, tiempo atrás, el arte cinematográfico. Hay que impedir que esa historia se repita en la actualidad y dejar en claro, que una película con efectos visuales no la hace del género “comercial” sino que también puede ser una obra de arte y un clásico en la historia del cine.

Dominique Nora, menciona acertadamente: “En realidad, los efectos digitales no influyen sobre la calidad de la creación, no matan una buena historia ni salvan una película mediocre” [6].

2.4 Computer Generated Imagery

La tecnología computacional permite crear mejores efectos visuales. Los encargados de desarrollar gráficos por computadora, han desarrollado muchos tipos de efectos, gran parte de lo que son hoy las películas de la industria comercial es mediante uso de efectos digitales que multiplican los procesos de antaño. La producción actual por ejemplo, es ahora automatizada usando softwares preprogramados y recursos para procesos sofisticados; todo esto requiere de las habilidades de cineastas creativos y técnicos igualmente imaginativos. Los actores son filmados en frente de una pantalla azul o verde. Luego, el negativo se envía a una impresora óptica o un escáner electrónico y una estación de trabajo de computadora se encarga de componerlo, y se integra al fondo previamente filmado en miniatura o creado digitalmente.

Las siglas CGI representan en inglés *Computer Generated Imagery*. Aunque las personas en la actualidad suelen referirse a efectos visuales de manera general a toda creación digital que maquilla a las películas, los expertos y profesionales en CGI establecen que esta área tiene un significado más específico que el que se propone en frecuentemente. Se usa para hacer una clara distinción entre elementos de VFX que son creados “artificialmente” en

la computadora y elementos del mundo real que son captados con la cámara. En general, CGI conforma parte de los efectos visuales (VFX). Veamos un ejemplo con los siguientes fotogramas pertenecientes a la serie de History Channel *Sons of Liberty*:



Figura 6. "Sons of Liberty" Stephen David Entertainment, History Channel, A+E Studios, Visual effects by Brainstorm Digital.

En la figura 6, se toma el fotograma con elementos “reales” de la filmación, los cuales son los soldados en el lago.



Figura 7. "Sons of Liberty" Stephen David Entertainment, History Channel, A+E Studios, Visual effects by Brainstorm Digital.

En la figura 7, se toman las placas reales de cielo para extender el horizonte del lago a un océano, añadiendo múltiples instancias.



Figura 8. "Sons of Liberty" Stephen David Entertainment, History Channel, A+E Studios, Visual effects by Brainstorm Digital.

Se observa en la figura 8, que se adicionan naves como modelos de CG construida y texturizado para la escena



Figura 9. "Sons of Liberty" Stephen David Entertainment, History Channel, A+E Studios, Visual effects by Brainstorm Digital

En la figura 9, se muestra el fotograma final, con retoque de imagen.

La computación gráfica es generalmente usada para añadir efectos de elementos en general, como el fuego. Para la trilogía *The Lord Of the Rings*, se utilizaron miles de Orcos y *Uruk-hai* como elementos tridimensionales generados por computadora que fueron añadidos a los escenarios en las escenas de las batallas después de que la filmación estuvo terminada. En conjunto con la filmación; miniaturas, elementos digitales y con el paisaje de Nueva Zelanda se creó la imaginaria Tierra Media.

Existe la unión en el desarrollo de software y la cinematografía. Dos mundos aparentemente diferentes pero que han demostrado lo contrario. Fue hasta hace unos años que se fusionaron para crear el cine de animación que hoy conocemos. DreamWorks, para

no quedarse atrás en la evolución tecnológica digital se lanzó en 1995 concertando un pacto con los constructores de computadoras Silicon Graphics e IBM.

“Le puedo asegurar que tenemos la ambición de hacer las cosas como nadie las ha visto jamás” [7] declaró Jeffrey Katzenberg animador experto. Nadie tomaría a la ligera al hombre que le debemos *Shrek*, *The Prince of Egypt* o *Lion King*, porque así fue como empezaron los primeros pasos del camino de la animación en Hollywood.

El crecimiento exponencial de la participación de CGI en las películas actuales ha motivado un incremento espectacular en la necesidad de equipos y profesionales especializados en los distintos aspectos de este nuevo arte.

2.4.1 Creación de imágenes generadas por computadora

La esencia de la representación del mundo 3D en la pantalla son las imágenes tridimensionales. Veamos esto en conceptos más técnicos, el software que se utilizará para el procesamiento y generación de estas imágenes, calculará y simulará puntos en el espacio de un mundo 3D en orden para dibujar (o renderizar) puntos o vértices y superficies (llamadas caras o normales). El especialista en VFX usará un sistema matemático de 3 ejes para referenciar el mundo 3D en cuestión (XYZ).

Una figura podrá ser creada a partir de la unión de vértices o curvas para crear figuras más complejas. Sin embargo, aunque se escuche fácil, requiere de una labor minuciosa, que permite crear los detalles necesarios para simular un objeto o evento lo más apegado a la realidad.

Para crear edificios, muebles y diversos objetos parecido al tradicional modelado, a partir de la creación y unión de caras, es una buena opción, pero cuando se trata de modelado orgánico, elementos ásperos o superficies irregulares, pueden ser suavizados para crear formas y modelos más complejos.

Ya que el polígono o caras se crearon expresamente para que puedan ser texturizados para crear una apariencia real o de ficción. Texturizar una superficie requiere de arte y ciencia. Las habilidades más importantes requeridas para una buena texturización es refinar las habilidades de observación.

Se tienen que observar cuidadosamente los detalles y atributos de superficies de objetos esféricos. De esta forma, será más fácilmente modificar las texturas y los atributos de superficies de una simple esfera, cambiando completamente el objeto.

Por ejemplo, tomemos el ejemplo al crear una bola de billar.

Es necesario crear su adecuada textura. Estas esferas tienen color y un alto brillo. Para este caso se podría considerar configurar su canal de color, para el ejemplo, azul, además de mantener un canal difuso al 90% (el cual dará el 90% de su reflexión de color hacia el color azul de base a la esfera) como se muestra en la figura 10.



Figura 10

También hay que considerar que una bola de billar tiene cierto brillo, por lo que se tomaría un valor alto en el atributo especular. En este caso se tomará un valor de 100% y que se mostraría como en la figura 11.



Figura 11

Una vez finalizado, se nota que hay un alto valor especular o hotspot (el reflejo blanco de la fuente de luz), lo que hace que el reflejo sea bastante amplio. La estructura molecular apretada del acabado y el alto brillo de una bola de billar crean un punto resaltado muy ajustado. Para simular esto, se debe incrementar el canal de brillo a un 100%, tal como se muestra en la figura 12 a continuación:

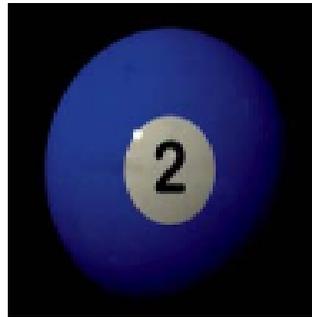


Figura 12

Con este simple ejemplo es posible darse una idea de que para un sólo objeto se requiere un arduo proceso. Imagine ahora, el grado de dificultad que conllevan objetos tridimensionales más complejos. Como crear un personaje para una película, o escenarios imaginarios, además de que, si es el caso de un personaje hay que hacer que se mueva de acuerdo a lo que se requiere para que sea tan real como la realidad.

En el siguiente apartado se abordará cómo se le concede “espíritu” y movimiento al personaje o modelos, proceso referido como animación.

Veamos ahora, el caso de una de las escenas de la película de *Jurassic Park* para generar imágenes por computadora:

En la figura 13 se tiene el fotograma en acción en vivo.



Figura13. Fotograma Jurassic World. Universal Pictures.

Se crean los Dinosaurios desarrollados con CGI mostrados en la figura 14



Figura14. Fotograma Jurassic World. Universal Pictures.

Se obtienen los fotogramas con la versión de dinosaurios texturizados y renderizados como se observa en la figura 13. (Nótese que el modelo CGI se ve justo encima de las imágenes de acción en vivo, pudiéndose ver la mano del hombre cubierta por el modelo 3D.)



Figura 15. Fotograma Jurassic World. Universal Pictures.

La figura 16 muestra la composición final (Nótese que, en este fotograma final, la mano bloqueada por el modelo ahora se revela al retroceder la capa de acción en vivo).



Figura 16. Fotograma Jurassic World. Universal Pictures.

2.5 Animación

Animar y palabras derivadas de ésta, como lo son animación, animado y animador, provienen del verbo latino, *animare*, que significa "Dar vida a", "aliento" [8] y dentro del contexto de la película animada, esto significa en gran medida la creación artificial que da acceso a la ilusión de movimiento en líneas a formas inanimadas.

Desde los inicios del cine, la animación ha sido una parte importante de la historia de la cinematografía. Antes de la invención de la cámara de imágenes en movimiento, el fotógrafo Eadweard Muybridge, empleó una secuencia de fotografías que realizaría analizando el movimiento de diversos seres, entre ellos humanos y animales. Gracias a estas investigaciones, a inicios del siglo XIX se empezó a prestar atención a un fenómeno que llamarían "persistence of vision", donde el cerebro visualiza una serie de imágenes sin movimientos entrecortadas.

Preston Blair, aclamado animador de *Dance of the Hours*, secuela de *Fantasia* de Disney define la animación como: "El proceso de dibujar y fotografiar un personaje -una persona, un animal o un objeto inanimado- en posiciones consecutivas para crear el movimiento que le dará vida":

"Animation is both art and craft; it is a process in which the cartoonist, ilustrator, fine artist, screenwriter, musician, camera operator and motion picture director combine their skills to create a new breed of artist - the animator (Blair, 1994)" [9]

La animación ha sido una parte integral en el proceso de efectos visuales y producción de videojuegos. Pero la animación también puede ser referida a un género específico de elementos específicamente para largometrajes o cortometrajes, como algunos producidos por *Pixar*, *Disney* o *Dreamworks* (Véase figura 17 y figura 18). La convención en este género es que todo está conformado en CGI: personajes y/o entorno. Añadir elementos de CG a las

imágenes de acción en vivo dictamina una adherencia estricta al fotorrealismo y movimiento realístico.

Tim Burton, hace referencia a la animación en una entrevista realizada por Tirad Lauren en su libro: *Lecciones de Cine*:

“La animación es una buena formación para el cine, en el sentido que tienes que hacerlo todo tú. Tienes que encuadrar, tienes que diseñar la luz, tienes que actuar, tienes que montar ... es muy completo. Además, creo que la animación ha aportado una manera especial de abordar la cinematografía. Posiblemente, haya conferido a mis películas más originalidad en términos de tono y atmósfera.

Sin embargo, el motivo por el que prefiero la imagen real es que la animación es una ocupación muy interior y muy solitaria. Soy una persona bastante poco comunicativa y, cuando trabajo solo, me parece que el trabajo tiene a introducirse en la parte negativa de mi personalidad y la ideas que se me ocurren son excesivamente oscuras, Lo bueno del cine es que es una empresa de equipo”. [10]

La creación de videojuegos es similares a las películas animadas en el sentido de que son una completa creación virtual, además de que son una mezcla de capturas reales y CGI con la diferencia de que el proceso de creación de un videojuego sobrelleva retos adicionales como el renderizar en tiempo real o interacción directa con la aplicación.



Figura 17. Fotograma del proceso de elementos CGI de la película Brave. Disney/Pixar. All Rights Reserved.



Figura18. Fotograma final de la película Brave Disney/Pixar. All Rights Reserved.

2.5.1 Técnicas de animación cinematográficas.

Desafortunadamente, se ha concebido a los dibujos animados erróneamente como la única forma de animación. Esta es sólo una técnica más de la animación en el cine. Conforme esta industria empezaba a abrirse camino, diferentes técnicas de este género comenzaban a aparecer y manifestarse en diferentes rodajes.

2.5.1.1 Animación bidimensional (2D)

La animación tradicional (2D) se define como dibujos (ya sea animación tradicional sin utilizar herramientas tecnológicas o bien, haciendo uso de softwares para su realización) elaborados a mano alzada, creando cuadro a cuadro sus movimientos y fondos. Se mueve en los espacios y límites propios de una creación gráfica.

a. Animación por fotogramas clave

Técnica utilizada en dibujos animados tradicionales. Los dibujantes expertos crean las imágenes claves de una animación (inicio o finalización de un movimiento).

1. El resto del equipo dibuja la serie de fotogramas que los conectan.



Figura 19. Animación Estilo Osamu Tezuka 120fps

Esta técnica se combina con el uso de acetatos (Véase figura 19). Los fotogramas no se dibujan sobre papel, sino sobre películas transparentes de acetato, de tal modo que al superponer varias de ellas, se puede ver una escena compuesta por varios personajes animados de modo independiente

b. Animación por sprites

Un sprite es una fotografía instantánea de un actor en movimiento. La animación por sprites consiste en mostrar, de modo sucesivo, todos los sprites para conseguir una sensación de movimiento.

Un sprite puede ser estático (por ejemplo, las mascotas de ayuda de Microsoft), o bien, desplazarse a medida que se mueve. Un mismo sprite puede tener varios patrones de movimiento, los cuales se activan en el momento adecuado. Esta técnica fue ampliamente utilizada en los primeros juegos por computadora.

Su correspondiente digital es que en lugar de gráficos de tipo mapa de bits (sprites), se utilizan gráficos vectoriales.

Este tipo de animación es menos realista que la animación por sprites. Además si se quiere alcanzar el mismo realismo, esta es mucho más costosa de generar automáticamente. Vease un ejemplo en la figura 20.

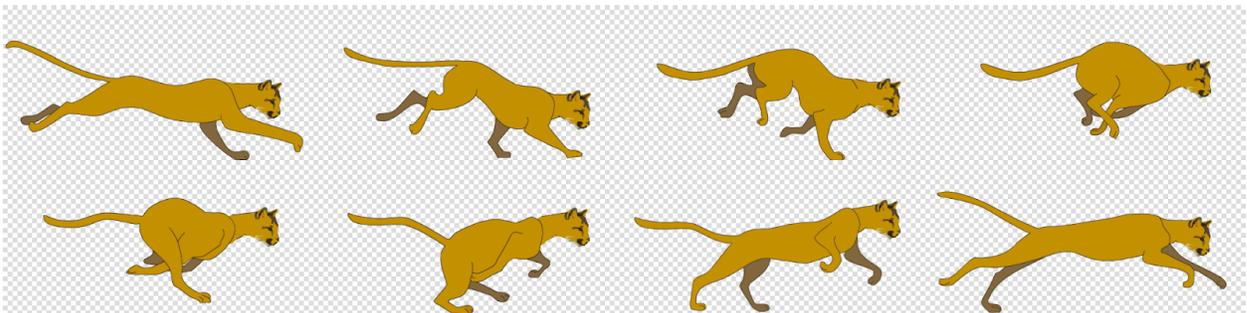


Figura 20. Corona Labs Inc. All Rights Reserved.

c. Animación por recortes

Significa que cuando se mueve un personaje no se vuelve a dibujar por completo, sino simplemente las partes móviles se dibujan, se animan y luego se montan.

El problema de este tipo de animación, es el de las uniones entre piezas, que suelen trabajarse bastante para que no se note demasiado. Un ejemplo de este tipo de animación son los Simpsons (Véase figura 21 y figura 22)



Figura 21. Fotograma The Simpsons

THE SIMPSONS PABF07 "At Long Last Leave" ACT 1				Page 63
Scene 1046 Panel 8	Scene 1046 Panel 4/4	Scene 1048 Panel 1		
Action	Action He presses a clicker, and a giant "Ghostbusters" circle-slash appears over the picture of the Simpsons.	Action		
Dialogue MAYOR QUIMBY the Simpsons.	Dialogue	Dialogue		
Notes	Notes	Notes		

Figura 22. The Simpsons storyboard

d. Animación por trayectoria

Al mismo tiempo que cambia o se mantiene el mismo gráfico, un objeto puede desplazarse por la pantalla. A esto se le conoce como animación por trayectoria o *path-based animation*.

El software actual permite a los animadores desplazar visualmente los objetos por la pantalla, definiendo los puntos iniciales y finales del movimiento, marcando con ello líneas rectas o curvas imaginarias que son las que determinan el camino (*path*) por el que se desplazará el sprite. También suele hablarse de control de movimiento (*motioncontrol*). En los programas especializados se permite un control muy fino sobre aspectos del camino, como aceleración o trayectorias complejas. La animación por trayectoria se resume en dos aspectos:

1. El camino a seguir
2. El tiempo de desplazamiento sobre ese camino

Una aproximación clásica en los programas de creación de animaciones es utilizar una línea del tiempo (timeline, véase figura 23) en la que se indican los distintos fotogramas que irán ocurriendo. Para marcar los movimientos se determinan fotogramas clave (*keyframes*), que determinan las posiciones clave de los sprites. El programa anima el objeto entre dos *keyframes* a lo largo del camino marcado, creando los fotogramas intermedios (*in-between frames*).

Los *keyframes* establecen los puntos principales de la animación y son siempre, al menos, el inicial y el final.

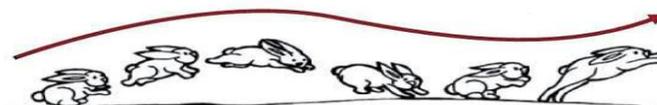


Figura 23

2.5.1.2 Animación tridimensional (3D)

Es aquella que se mueve en los espacios de los objetos con volumen. Dicha animación se lleva a cabo en computadoras, que junto con softwares de modelado en 3D, es posible desarrollar personajes, escenarios, objetos entre otras cosas.

a. Animación paso a paso

La animación paso a paso consiste en definir manualmente cada uno de los fotogramas. En algunos tipos de animación tradicional (animación de figuras de plastilina), se usa esta técnica. Si se utiliza una computadora, se puede definir manualmente cada uno de los fotogramas de una animación, por ejemplo, dibujar cada uno de los mapas de bits de una pequeña animación cíclica.

Esta técnica es muy lenta y sólo se usa para pequeñas animaciones (Véase figura 24).

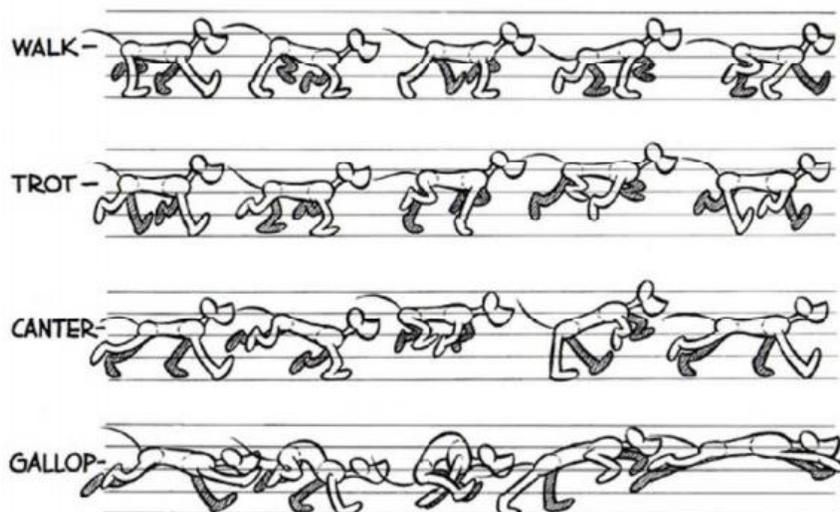


Figura 24. Ejemplo Animación paso a paso

b. Animación por cotas

La animación por cotas consiste en basar el movimiento en *keyframes* (fotogramas fundamentales) y luego dejar que el sistema genere automáticamente los fotogramas intermedios mediante métodos de interpolación.

Es importante que las cotas sean representativas del movimiento para que la interpolación tenga suficiente información como se muestra en la figura 25.

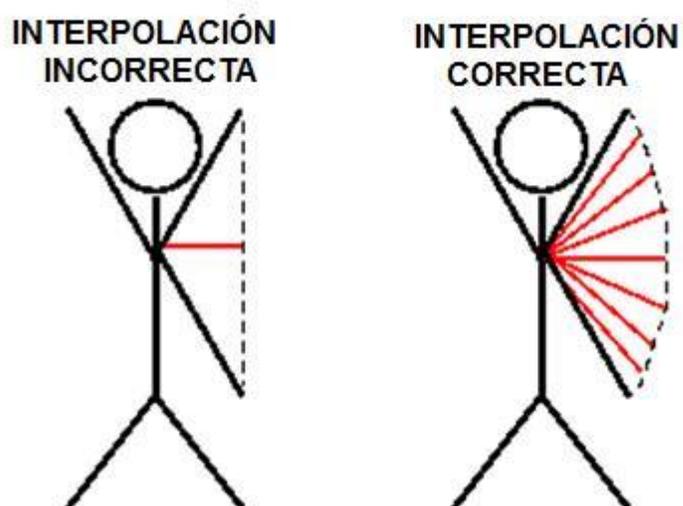


Figura 25. Ejemplo Animación por cotas

c. Rotoscopia

Consiste en capturar un movimiento real y utilizar esa información para mover un diseño generado por computadora. La captura de los datos del movimiento real incluye:

1. Simplificación del modelo. Normalmente, los movimientos reales (por ejemplo, el lanzamiento de un disco en atletismo) son demasiado complejos para intentar capturarlos íntegramente. Hay que identificar las partes fundamentales del movimiento.
2. Identificación y marcado de los puntos de referencia. Normalmente son las articulaciones y se suelen marcar con círculos de tela de un color vivo, pelotas de ping-pong.
3. Realización de movimientos y obtención de datos. Mediante múltiples cámaras de video, o algún otro dispositivo.

Una vez digitalizada la información, se aplica ésta al modelo 3D para controlar su movimiento. Mediante esta técnica se consiguen movimientos de gran realismo, ya que a final de cuentas se está copiando el movimiento real.

La película *Despertando a la vida* (*Waking Life* de 2001), fue filmada completamente y luego se animó sobre todo el material con la edición final del filme. La película se ganó al exigente público y al jurado del *Festival Sundance* en 2001 (Park City, Salt Lake City, USA). Después, el director estreno *Scanner Darkly* (2006), utilizando la misma técnica (Véase figura 26)

Basada en la novela homónima de Phillip K. Dick escrita en 1977. Es la segunda película del mismo director que utiliza esta técnica. El uso de la animación de rotoscopia ayudó a complementar la historia y el estilo del director. En ese caso, todo el material se tomó directo del video. Hay algunos otros casos, como el video musical *Take on Me* donde se combina animación de rotoscopia con animación tradicional y el resultado crea un estilo completamente diferente.



Figura 26. WARNER BROTHERS. Scanner Darkly

d. Animación procedural

La animación procedural consiste en describir el movimiento de forma algorítmica. Existe una serie de reglas que controlan cómo se van modificando los distintos parámetros (por ejemplo, la posición o la forma) a lo largo del tiempo.

Para movimientos sencillos (un péndulo o una rueda que gira) es una buena solución, pero para movimientos más complejos (una persona caminando o una moneda que cae al suelo), resulta difícil obtener buenos resultados.

Hay algunas técnicas con resultados interesantes, como los sistemas de partículas o la simulación de movimientos grupales (animación comportamental). Un ejemplo de ello se muestra en la figura 27 desarrollado en Unity Engine.

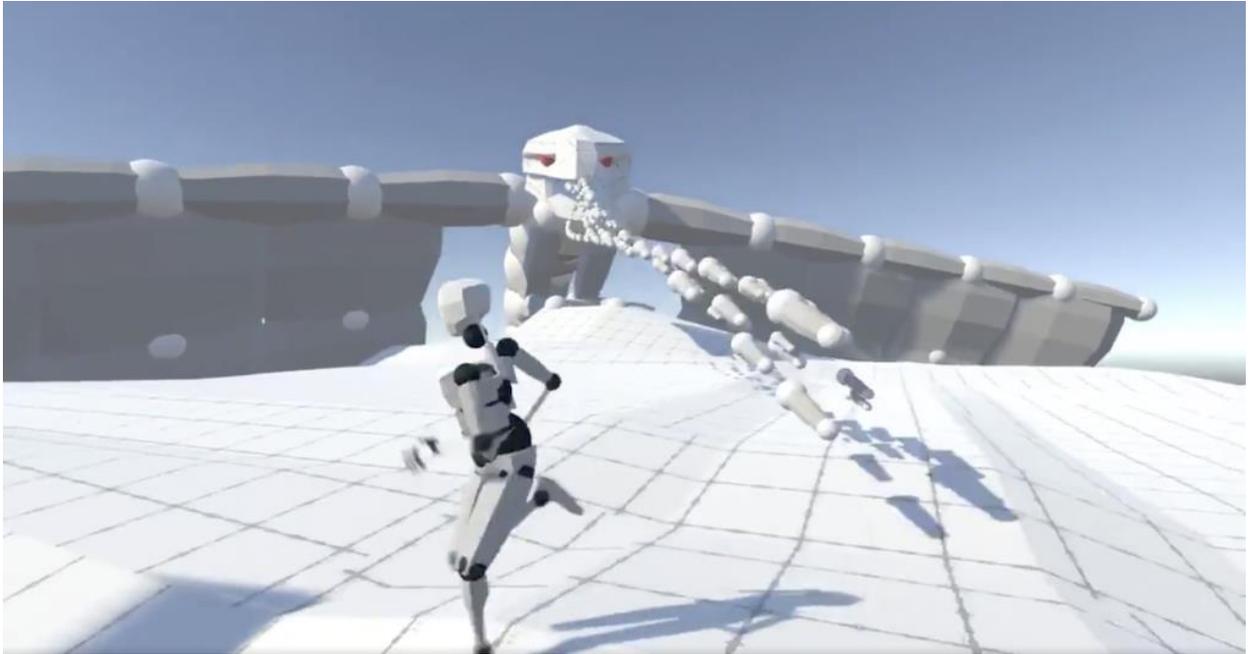


Figura 27. Animación Procedural desarrollada con Unity Engine.

e. Stop motion

Este tipo de animación se desarrolla a través de la manipulación de un personaje u objeto con volumen de plastilina, masilla u otros materiales, modificando su movimiento con la rotación de sus extremidades y tomando una fotografía de cada uno de ellos.

Zoë Saldaña define la técnica de stop motion de la siguiente manera:

“Stop-motion is a type of animation. It’s created by taking many photographs. After each photo, the animator moves the characters just a little bit. This process is repeated over and over. At the end, the photos are used to make a movie”. [11]

Es una de las más antiguas y mágicas formas de animación. Bastante popular y desafiante en su realización (Se muestra un ejemplo en la figura 28). Como lo

mencionó Georgina Hayn, supervisora artística en de la película *Kubo*: “Hemos tomado todo lo que hemos aprendido en las demás películas en la narración de historias, en la técnica, en las habilidades para la fabricación de marionetas, hasta con la falta de miedo a utilizar también tecnología. [...] Hemos combinado más que nunca el arte del stop motion y elementos tecnológicos para llenar esos grandes espacios abiertos”. [12]



Figura 28. Set de “Isle of Dogs”.

f. Animación experimental

Se caracteriza por su amplia diversidad de estructuras narrativas, visuales y sonoras de la mano de diversas técnicas, medios y materiales; de ahí su proximidad y permeabilidad con otras artes.

Es aquella donde el artista expone libremente sus pensamientos y explora acerca de los conceptos y el arte de la animación. Esta técnica es lo contrario a la animación tradicional y comercial. Puede que el animador no presente ningún personaje o conflicto dentro de la animación o sí; es una técnica no muy utilizada, tal vez, porque el realizador requeriría hermanarse con los principios surrealistas, y en donde los límites los pone el propio artista.

g. Animación captura de movimiento

También conocida por su definición en inglés, motion capture. Esta técnica de animación es muy utilizada en la actualidad. Consiste en tomar los movimientos reales de un ser humano mediante sensores ubicados en su cuerpo (músculos y rasgos faciales) y enviados a una computadora. Véase un ejemplo en la figura 29, con la interpretación de Andy Serkis como Gollum.

Delbridge define motion capture de la siguiente forma:

“Motion Capture (MoCap) A series of techniques where actors wear specially designed suits allowing computers to track their movements are used as the basis for lifelike animated characterization”. [13]

Es importante resaltar, que esta técnica no es sólo utilizada en el mundo de la animación, sino también se aplica en los campos del videojuego (siendo éste el campo

en el que más ha crecido en cuanto a uso en los últimos años), así como en la medicina militar entre otros.



Figura 29. Andy Serkis como Gollum en The Lord of the Rings

CAPITULO III. SOFTWARE PARA CGI Y VFX

3.1 Software 3D integral

Desde la creación del cine, los cineastas han hecho uso del ingenio para contar historias lo más convincente posible, siempre haciendo uso de la tecnología, ingeniería y el arte como papeles principales. En la actualidad, gracias al boom tecnológico, los nuevos procesos digitales de la tecnología digital intermedia (ID), hasta la creación de películas virtuales, están transformando las formas en la industria del cine integra y en los equipos para crear películas de alta calidad. Cada vez más estudios apuestan por películas de estilo animado o bien con la adición de efectos visuales (VFX) o en formato 3d estereoscópico, todos ellos de alta calidad.

3.1.1 Autodesk

La tecnología de *Autodesk* está diseñada para ayudar a que todos los procesos anteriormente señalados conviertan la experiencia del cineasta y la del espectador en algo más vívido e incluyente.

El software de *Autodesk Maya* es uno de los programas más óptimos en el uso de gráficos por computadora en la industria cinematográfica. Desde su lanzamiento hasta la actualidad, es un componente central en la producción de muchos estudios de efectos visuales galardonados en el mundo (Véase figura 30). *Maya* es una excelente herramienta para ayudar en las tareas de modelado, animación, efectos y renderización más complejos que requieren los proyectos cinematográficos.



Figura 30. Images © 2015 Home Box Office, Inc. All rights reserved. Fotograma Game of Thrones Season 6

Autodesk 3ds Max, ofrece conjuntos de herramientas para gráficos por computadora completos que, dependiendo de su pipeline y sus requisitos de producción, son una gran opción de uso por sí mismos o junto con Maya.

El software *Autodesk MotionBuilder* proporciona un entorno interactivo 3D en tiempo real y excelentes herramientas de animación de caracteres no lineales. Es una opción ideal para producciones intensivas en animación, visualización previa, animación de rendimiento y cinematografía virtual dirigida por el director.

El software *Autodesk Mudbox* ofrece a los modeladores y artistas de la textura la capacidad de esculpir y pintar de forma rápida e intuitiva modelos altamente detallados. y experimentar una forma no destructiva de creación al momento de diseñar a los personajes o elementos 3d.

El software *Autodesk Flame* proporciona el galardonado conjunto de herramientas creativas que lo ayuda a realizar cambios instantáneos y experimentar con múltiples

posibilidades. *Flame* ofrece un amplio y rico conjunto de herramientas con un gran rendimiento, desde el rastreo hasta el teclado, la corrección del color hasta la estimación del movimiento, la edición de la línea de tiempo avanzada hasta la composición interactiva en 3D.

El software *Autodesk Lustre* es un sistema de clasificación de color intermedio digital ganador de *Academy Award*. Permite a los coloristas dar forma al color y la iluminación para establecer un tono narrativo, realizar un intento creativo y ayudar a crear estilos estilizados.

Siempre ha sido un camino largo y complejo ir del guion gráfico a la pantalla, ya que los datos deben viajar a través de muchas herramientas a lo largo del camino. La tecnología *Autodesk FBX* es una solución de intercambio de datos 3D independiente de la plataforma ampliamente utilizada y admitida en la industria actual, que permite el intercambio eficiente de geometría, animación y texturas entre *Maya*, *MotionBuilder*, *3ds Max*, *Softimage*, *Flame* y ciertas aplicaciones de terceros. A través de su kit de desarrollo de software (SDK), *FBX* proporciona un marco abierto para integrar *Autodesk* y ciertas herramientas patentadas en un canal personalizado. La extensibilidad y la interoperabilidad son los principios rectores en *Autodesk*. Desde la extensa API de C++ (interfaces de procesamiento de aplicaciones), desde las secuencias de comandos Python integradas, hasta la API *Wiretap* de *Autodesk*, ayudar a que los datos fluyan sin problemas a través de la línea de producción.

De la rotoscopia

Es prácticamente imposible obtener todo lo necesario para el fotograma final de una película en una sola toma o render. En la mayoría de los casos, decenas o incluso cientos de capas pasan a la imagen final: los actores deben ser teclados desde la pantalla verde (o azul), después, la basura debe ser rotoscopizada, las reflexiones deben agregarse, eliminarse o modificarse, las extensiones de conjuntos necesitan para, y la interacción sutil entre las capas debe ser refinada iterativamente para lograr el aspecto deseado, para ello la paquetería de *Autodesk* ofrece herramientas para tratar con esta forma de animación.

De la cinematografía virtual

A medida que las fronteras entre la película y los juegos se vuelven cada vez más borrosas, la tecnología interactiva ha evolucionado hasta el punto en que los directores pueden manipular cámaras virtuales en entornos 3D texturizados e iluminados, poblados con personajes y accesorios altamente detallados, en tiempo real, o ver sus elementos de CGI en el 'visor', mientras se trabaja en el conjunto de acción en vivo. Esto ha llevado a un nuevo estilo en el cine: la cinematografía virtual.

James Cameron y su compañía de producción, *Lightstorm Entertainment*, fueron pioneros en un nuevo método para hacer películas de efectos visuales con técnicas avanzadas de cinematografía virtual. Con las herramientas de creación de entretenimiento digital (DEC) de *Autodesk*, *MotionBuilder* y *Maya*, el equipo creó un escenario virtual o "volumen" en el que podían captar las actuaciones de los actores y aplicarlas directamente a los personajes de CGI, mientras veían los resultados en tiempo real. Este escenario único le dio a Cameron la capacidad de dirigir un rendimiento de alta calidad de CGI como si fuera acción en vivo. "Over the past few years, with the help of Autodesk software, we were able to bring (de James Cameron) vision to life. On set, we essentially created a live video game of each scene; we could see what the movie was going to look like and make adjustments right away, rather than waiting until post-production. This was in large part due to the powerful real-time interactive capabilities of *MotionBuilder*" [14], dice Nolan Murtha, supervisor de efectos digitales de *Lightstorm Entertainment*. La película establece un nuevo estándar de producción estereoscópica 3D (S3D), creando una historia convincente que se cuenta tanto en el espacio tridimensional como en la actualidad, y atrae a las audiencias más profundamente en la experiencia cinematográfica.

De la estereoscopia

Con estereoscópico 3D (S3D), los cineastas tienen otra oportunidad de ofrecer al público una experiencia inmersiva y diferenciada que va más allá de lo que pueden recibir de su sistema de entretenimiento doméstico. Las producciones estereoscópicas presentan un

conjunto completamente nuevo de desafíos a lo largo del proceso. Con la capacidad de crear, manipular y ver contenido estéreo en *Maya*, *Flame*, *Smoke* y *Lustre*, los artistas pueden tomar decisiones creativas en el contexto de lo que verá el público, lo que ayuda a eliminar el trabajo de adivinación y brinda una mayor capacidad de uso Estéreo como una ayuda para contar historias. Y nadie lo aprecia mejor que Phil McNally, Supervisor de Estéreo Global de *DreamWorks Animation*: “Either on our own or in concert with Autodesk, we can develop tools in Maya that specifically address the challenges of stereoscopic 3D. Maya gives us the ability to see what we’re doing in 3D —while we’re doing it!” [15]

De la película de largometraje totalmente animada

Desde los atractivos personajes de dibujos animados de *Planet 51* hasta la animación de desempeño hiperreal de *Avatar*, las soluciones de películas de *Autodesk* se adaptan bien a la tarea de crear la función completamente animada.

Una vez que se ha desarrollado una historia y se han diseñado personajes, los artistas pueden comenzar a modelar en *Maya*, mientras que los directores técnicos trabajan en plataformas potentes y reutilizables; los animadores están desarrollando animaciones y configurando cámaras; los desarrolladores de vista se ocupan diseñando shaders y experimentando con configuraciones de iluminación en *Maya*. Las características colaborativas y no lineales en las herramientas ayudan a cada equipo a perfeccionar su trabajo de manera interactiva para lograr la visión creativa del director. *Maya* ha demostrado ser la herramienta indicada en *Starz Animation* de acuerdo con el director de fotografía Kevin Adams, “As a creative tool, Maya is extremely fast and robust, and it enabled us to previsualize and complete very complex 3D animated sequences that involved compositing 2D matte paintings, 3D animated elements and choreography, and mapping 3D projections onto surfaces, as well as camera moves, mist, explosions, and lighting effects. Maya was absolutely the best solution we could have used to create” [16].

De los efectos visuales

Hace solo una década, algunas de las mejores historias de la tierra se limitaban a los libros. Hoy, sin embargo, cualquier historia puede ser contada en una película (Véase figura 31). Desde las épicas escenas de batalla de la trilogía de *The Lord of the Rings* hasta el universo de *Star Trek*, los directores y supervisores de efectos visuales pueden pedir a sus equipos que creen lo que puedan imaginar, y luego reunir a los actores para filmar. Elementos de CGI y componentes prácticos en una imagen hiperrealista. “The reliability of the *Inferno/SABRE* system combined with the outstanding talent we have here virtually guarantees spectacular results. *Star Trek* was a magical combination of super powerful software and amazing talent” [17], dice Eddie Pasquarello, supervisor asociado de efectos visuales y composición de ILM para *Star Trek*. Según el director de animación Paul Kavanagh, “using the hardware rendering tools of Maya, we were literally able to animate 70 shots in 5 days, a process that normally requires months for production [18]”.



Figura 31. Copyright Warner Bros. Pictures. Ready Player One

Del grading

A veces, los matices son tan sutiles que el público ni siquiera los nota, pero las películas que mantienen a los espectadores más involucrados son las que han sido calificadas de forma inteligente y meticulosa por un colorista talentoso: la cara de un personaje está muy resaltada; algo sobre el tinte ligeramente azulado de la escena sugiere la melancolía de la inminente oscuridad. O a veces los cambios son dramáticos: las luces que estaban allí cuando se filmó la escena se quitaron, las luces que no se agregaron y su efecto en el resto de la escena se simula hábilmente. Ahí es donde brilla el software de clasificación de color *Autodesk Lustre*. Según Joe Matza, director ejecutivo de *EFilm*, “As part of the *EWORKS* system, *Lustre* allows our artists to work with tone and light, and to create environments to push the story along,” explica. “In the digital era, we’re really fixated on picture quality. We love *Lustre* because it gives filmmakers the freedom to tell the story they want and gives *EFilm* the flexibility to evolve quickly with each new digital technology” [19].

De los trailers

Nada influye tanto en el cine como un tráiler convincente. Y con muchas vistas previas de películas producidas ahora a 2K o más, las instalaciones necesitan herramientas creativas en tiempo real para producirlas. Los trailers no sólo tienen que crearse antes de que se completen los efectos visuales, la edición final y, a veces, incluso el disparo principal, sino que a menudo deben producirse en múltiples formatos, con tan sólo dos o tres días para darles la vuelta. Es un conjunto de desafíos que requieren algunas de las soluciones más eficientes del mercado. El flujo de trabajo concurrente entre *Smoke* y *Lustre* ayuda a maximizar el tiempo disponible para la toma de decisiones creativas y el refinamiento, asegurándose de que las audiencias sigan llegando.

De la pre-visualización

Los cineastas se esfuerzan continuamente por contar historias de una manera mejor y más convincente: experimentan con los ángulos de la cámara y realizan, toma tras toma para encontrar las composiciones más atractivas dentro del cuadro. Es por eso que cada vez más y más cineastas están visualizando sus escenas con herramientas 3D como *MotionBuilder* y Maya. “We create most everything in Maya, and then we import all of those pieces into the *MotionBuilder* world”, dice Chris Edwards, director ejecutivo de los estudios del tercer piso. “*MotionBuilder* is a fantastic tool in that it allows us to integrate live in the 3D environment. No other tools that we have seen out in the marketplace have that capability” [20].

Previsualización también es una gran ayuda en la planificación del trabajo de efectos visuales y las acrobacias, asegurándose de que haya menos cosas para "arreglar en la publicación". El proceso de realización de películas se vuelve cada vez más complejo, no lineal, también ayuda a los directores a explorar ideas creativas y colaborar para perfeccionar su visión creativa incluso después de que la producción ha comenzado.

Los softwares que ofrece *Autodesk Maya*, *3D Max*, *Flame*, por mencionar algunos, son herramientas digitales colaborativas, interactivas que apoyan al equipo cinematográfico en la optimización del proyecto fílmico.

3.1.2 Blender

Los softwares de código abierto durante mucho tiempo han sido subvalorados por su potencial, su calidad y el servicio completo que puede ofrecer al usuario final. Actualmente, el escenario parece estar cambiando un poco a favor de los softwares de código abierto que no solo hacen un buen trabajo (o en ocasiones, mucho mejor) que los softwares propietarios, sino que son generalmente gratuitos. Dentro de esta categoría (*Open Source*), se encuentra *Blender*, utilizado para el desarrollo de aplicaciones de gráficos 3D.

Blender es uno de los programas más eficientes, repleto de funciones eficaces y potentes con las que se puede crear animaciones de calidad profesional. Además es un software de animación y modelado 3D, todo en uno, que se puede utilizar para crear imágenes y películas generadas por computadora. A diferencia de cualquier software de modelado 3D intensivo y con características profesionales que tiene el precio de miles de dólares, *Blender* es un software gratuito de código abierto y gratuito. Se ha utilizado para la producción de anuncios de televisión en Brasil, Australia, Islandia y Suecia.

A menudo, los pipelines de producción requieren de equipo poderosos para cada función: uno para modelar, otro para texturizar, otros para animación y composición. Afortunadamente, *Blender* es un programa análogo a una navaja suiza ya que puede realizar diversas tareas.

- *Blender* es un modelador 3D, que puede hacer personajes para películas.
- *Blender* tiene poderosas herramientas de textura para pintar la superficie de los modelos.
- Tiene eficientes funciones de rigging y animación. Los modelos creados se pueden hacer para moverse y actuar.
- *Blender* tiene su propio motor de renderizado y puede considerarse como un estudio de iluminación completo para una película. También proporciona soporte para renderizadores externos como *YafaRay* y *LuxRender*.

- A diferencia de otros paquetes 3D, *Blender* tiene su propio módulo de composición, por lo que se pueden mezclar "tomas" de películas. *Blender* también tiene un editor de secuencias de vídeo único, que permite cortar y editar tiras de películas sin tener que depender de aplicaciones adicionales de terceros para la etapa final de edición de la producción.
- Además de todo esto, también tiene una suite de creación de juegos en toda regla. Ahora que ya sabemos lo que es *Blender*, el resto del capítulo tratará los siguientes temas:

Uno de los principales beneficios de *Blender* es que realmente es "nuestro propio software" ya que es posible que nosotros o un estudio pueda tratarlo como software interno en las grandes potencias de la industria cinematográfica.

Blender se ha utilizado en la realización de anuncios de televisión y también en algunos cortometrajes de alta calidad. *Elephants Dream* y *Big Buck Bunny* son proyectos de *Open Movie* donde sólo se usó el software de código abierto, lo que hace de *Blender* la opción principal. Una tercera película abierta, *Sintel*. Y el último cortometraje animado lanzado este año (2019), *Spring* (Véase figura 32 y figura 33). Estos proyectos abiertos, que son la iniciativa de la *Fundación Blender*, se hicieron para resaltar que *Blender* es valioso a nivel profesional; cada película se enfoca en un aspecto diferente del software (por ejemplo, *Big Buck Bunny* se enfoca en el cabello y pelaje en base de partículas de *Blender*).



Figura 32. Blender Foundation



Figura 33. Blender Cloud

3.1.3 Houdini

Houdini FX, combina un rendimiento superior y una facilidad de uso para ofrecer una plataforma 3D potente y accesible. Con una amplia gama de características, *Houdini FX* se integra sin problemas en cualquier punto de su canalización. Su flujo de trabajo procesal y no destructivo le permite crear más contenido rápidamente para reducir las líneas de tiempo, permitiendo iteraciones creativas en cualquier etapa de su proyecto.

Se pueden crear más tomas en plazos ajustados y obtener resultados con calidad de película. Desde el proceso de destrucción de *Bullet Rigid Body*, hasta *Pyro FX* fuego y humo, y líquidos FLIP. El flujo de trabajo de Houdini le permite trabajar con niveles de detalle increíblemente altos para crear efectos visuales más grandes y explosivos (Vease figura 34). El flujo de trabajo basado en nodos, amigable para los artistas de Houdini, facilita la respuesta a los comentarios de los directores y los cambios en cualquier momento, incluso en la producción.

Houdini FX incluye características de calidad de producción de extremo a extremo, que incluyen modelado, animación, manipulación de personajes, iluminación, renderización, composición y volúmenes. Los activos digitales creados en *Houdini FX* también pueden abrirse, animarse y renderizarse en *Houdini Core*.

Ya sea que esté creando polvo y escombros o una bandada de pájaros, las herramientas de partículas en *Houdini* le permiten definir un conjunto claro de reglas utilizando una red de nodos simple formada por fuentes, fuerzas, atractores y objetos de colisión, muy parecido a *Blender* que también cuenta con una optimización eficaz.

Houdini tienen herramientas que soporta TV e industria cinematográfica, desarrollo de videojuegos, *motion graphics* y realidad virtual.



Figura 34. Visual Effects breakdown for "Attraction" movie (2017).

3.1.4 ZBrush

El mundo del cine está cambiando a un ritmo vertiginoso. Los directores y productores insisten en que la industria va más rápido y más lejos. Las audiencias exigen que sea visualmente más rico y que el resultado final sea muy detallado para que ya no exista el límite entre lo real y lo virtual.

ZBrush es uno de los mayores contribuyentes a esta revolución virtual, permitiendo a los artistas producir conceptos y realizarlos en unos pocos días o incluso unas pocas horas. Crea criaturas y ambientes con una gran credibilidad. También podrá producir más iteraciones o variaciones antes de comenzar la producción. Su increíble velocidad y versatilidad incluso hacen posible que el artista trabaje con el director en tiempo real, aplicando ideas y cambios al instante.

Hoy en día, *ZBrush* se usa en prácticamente todas las películas que requieren efectos especiales. Señalaré aquí sólo un pequeño número de las películas que impresionaron al público visualmente y donde *ZBrush* ha jugado un papel clave: *Avatar* (Véase figura 35), *The Incredibles*, *Hulk*, *The Avengers*, *The Lord of the Rings* y *Hobbit*, *Tron*, *Star Trek Into Darkness*, *Iron Man*, *Pacific Rim*, *The Amazing Spiderman*, la serie *Chronicles of Narnia*, la serie *Pirates of the Caribbean*. Su versatilidad también lo ha convertido en una parte integral de más producciones de dibujos animados como *Wreck it Ralph*, *Despicable Me*, *The Lorax*, *Dragons 2*, *Tangled* entre otras.



Figura 35. Visual Effects “Avatar”. Studios Fox

3.2 Engine/Framework

3.2.1 Unity

Unity ofrece sus herramientas de software y servicio de *assets* a un gran número de desarrolladores de videojuegos. Debido a sus cualidades únicas en 3D, *Unity* se está convirtiendo rápidamente en una de las empresas más importantes y valiosas de desarrollo de entornos 3d, videojuegos, desarrollo de RV (realidad virtual) y RA (realidad aumentada), además de todo lo que puede significar para el cine. El conjunto de herramientas de *Unity* y su tienda de *assets*, donde los desarrolladores pueden comprar diseños y acciones precodificadas, son lo suficientemente simples para que un diseñador pueda trabajar, sin necesidad de conocimientos de codificación.

Adam es un cortometraje ganador del *Premio Webby* creado con el motor de juego *Unity* y renderizado en tiempo real como es posible apreciar en la figura 36. Fue construido para mostrar y probar la calidad gráfica alcanzable con *Unity* en 2016. El cortometraje fue bien recibido y fue ampliado por el aclamado director de cine de ciencia Neill Blomkamp (*Distrito 9*) a una franquicia de ciencia ficción *ADAM: The Mirror* y *ADAM: The Prophet*.

Creados y producidos por los estudios *OATS* de *Blomkamp* con la versión de *Unity* 2017 y 2018, estos nuevos cortometrajes mostrarán el poder de trabajar en un entorno de tiempo real integrado, permitiendo al equipo construir, texturizar, animar, iluminar y renderizar todo en *Unity* para ofrecer gráficos de alta calidad a una fracción del costo y el tiempo de un ciclo de producción de película normal.

Lo que nos ofrece *Unity* en sus nuevas versiones, es utilizar un motor en tiempo real, esto significa que el proyecto en cuestión está "en vivo" tan pronto como comienza la producción. Es posible experimentar haciendo cambios en cosas como los personajes, la iluminación y las posiciones de la cámara mientras trabajas, y no esperar a que ninguna comunidad de render vea cómo se ve tu contenido. Está todo junto, todo en contexto, todo el tiempo.

La poderosa tecnología subyacente se originó en la industria de los juegos: los juegos se deben procesar en tiempo real para que el motor responda (en milisegundos) a cómo un jugador controla el juego. *Unity* es la plataforma de desarrollo de juegos más utilizada en el mundo, lo que también la convierte en la mejor opción para quienes desean aprovechar la creación de contenido 3D en tiempo real para otros fines, ya sean medios lineales, diseño automotriz, arquitectura o incluso investigación espacial.

Con el desarrollo vertiginoso de las nuevas tecnologías algo muy importante está ocurriendo con *Unity* y Hollywood que impactará dramáticamente la producción de los medios en los próximos años a medida que las técnicas sofisticadas de producción de juegos comiencen a suplantar las técnicas narrativas-secuenciales de producción de entretenimiento de hace cien años. Esto va a perturbar profundamente la industria del cine y la televisión tal como la conocemos. Cineastas, artistas, diseñadores y técnicos tienen una gran oportunidad para aprovechar esta creciente necesidad de transformar cine y juegos en lo virtual más o igual de real que la realidad. Esto es especialmente cierto para los jóvenes que ingresan al negocio hoy. Ahora es posible, competir con el estudio construyendo tu propia película con *Unity*. Ya hay cientos de trabajos bien remunerados en desarrollo de juegos y producción de películas para desarrolladores de *Unity* capacitados.

Cualquiera puede aprenderlo. Hay numerosos cursos en línea, gratuitos y de pago, e incluso cursos de extensión sobre *Unity* que ahora se imparten en todo el mundo. Las escuelas de cine que no enseñan a sus alumnos a construir mundos virtuales y hacer películas con *Unity*, están cometiendo, considero, un error.



Figura 36. Fotograma "Adam: The Mirror". Unity

3.2.2 Unreal

Las tecnologías audaces y perturbadoras a menudo son presagios de importantes cambios futuros en las industrias creativas. Para los estudios comprometidos con el mundo de las películas, las transmisiones y los VFX, al elegir la producción virtual podría ser la clave para elevar el medio visual a nuevas alturas en los próximos años.

VFX es una industria en evolución, y la producción virtual se perfila para desempeñar un papel fundamental en la forma en que los estudios superarán los desafíos de producción del mañana. Los estudios innovadores ya están combinando CGI, captura de movimiento y renderización en tiempo real con técnicas de producción más tradicionales a lo largo del proceso de producción para dar vida a la visión creativa de sus directores de manera más eficiente.

"There's no other way to make the type of content that we are approaching," explica Glenn Derry, vicepresidente de efectos visuales en *Fox Feature Films*. "I can't fly to Pandora and shoot *Avatar*, there's no way to do that. You have to create some mechanism whereby

the directors and the creatives involved can get out there and actually produce their film in a meaningful way" [21].

Para otros, la posibilidad de forjar nuevos caminos en la industria es una perspectiva atractiva, particularmente cuando abre las puertas a formas más efectivas de construir una tubería altamente eficiente.

"To make movies using virtual production, and particularly with a game engine with all of the real-time capabilities, it's an opportunity to redesign the whole process of filmmaking," dice Tim Webber, Supervisor de VFX en Framestore. "Something that would take us overnight or a week to do, suddenly you can do immediately and you can get immediate feedback...and that opens up a world of possibilities to do things differently" [22].



Figura 37. Fotograma "Robots' Design Academy". Unreal

CAPÍTULO IV. APLICACIONES

4.1 Publicidad

A medida que la tecnología crece, los efectos visuales se convierten en un factor cada vez más importante en los comerciales, publicidad y televisión en general.

Si se desea vender ciertos productos o mejorar el alcance del negocio ¿Qué cosa facilita todo esto? Sin duda la publicidad. Sea quien sea y esté donde esté, casi todos los seres humanos han hecho uso y han sido influidos por los anuncios de una manera u otra. La modernidad no sería lo que es sin la publicidad. Hoy vemos anuncios de diferentes magnitudes e impacto (Vease figura 38). Algunos de ellos nos dejan sorprendidos, otros nos mueven a risa y otros nos hacen reflexionar, aunque todos tienen un mismo fin: crearnos una necesidad y/o vendernos una idea o un producto. A medida que la tecnología mejora y se vuelve más accesible, los especialistas en publicidad han mejorado sus técnicas de convencimiento integradas a las nuevas tecnologías. Por supuesto, uno de los gigantescos avances en la tecnología que revolucionó la industria del cine y la televisión fueron los efectos visuales, mismos que han revolucionado el campo de la publicidad.

En 2011, *GenArts*, una compañía de desarrollo de efectos visuales, trabajó con *MarketTools*, una compañía de investigación de mercado en línea para determinar el impacto de los efectos visuales en la participación de la audiencia utilizando la promoción de videos de una empresa nacional de calzado para un nuevo modelo de calzado. *GenArts* presentó dos anuncios de video, uno con efectos visuales y otro sin ser probado con el equipo de *MarketTools*; el resultado fue que, simple y sencillamente el video con efectos visuales superó a los demás, ya que el 90% de las personas prefirió el video con efectos visuales.

Cualquier vendedor sabe que necesita un anuncio que deje una impresión en la mente del espectador. Solo así podrá mejorar sus ventas. Aquí es donde los efectos visuales resultan efectivos. Los efectos visuales realizados correctamente, naturalmente mantienen el interés y atractivo del espectador y lo incita a la compra.

Canal +, un canal de televisión francés premium por cable, creó un anuncio maravilloso enriquecido con efectos visuales y se convirtió en el programa televisivo más premiado del mundo en 2012. El anuncio de *Bear* tenía un oso creado como elemento de CG. El objetivo era implicar el compromiso de Canal + con el cine más allá de una mera emisora. Los efectos especiales para el anuncio fueron producidos en *Mikros Image*. Para el Oso, que era la principal atracción del anuncio, el equipo inicialmente planeó una gran marioneta, pero luego optó por hacer un Oso CGI completo. Un actor en piel de oso realizó todas las acciones en el set. Sin rastreadores especiales en el set, tuvieron que usar *Syntheyes* para la pista 3d. Aparte del oso, los efectos también se usaron para explosiones y escenas de lucha. Otro elemento que se destacó en el anuncio es que las imágenes detrás del escenario parecían haber sido filmadas en cámaras más baratas. La clasificación del color fue relevante para la óptima calidad del comercial.

A modo de conciencia social, el año pasado se puso en marcha un experimento que, con la valiosa ayuda de la realidad virtual, estrenó la organización protectora de animales PETA en Alemania. El experimento, bautizado con el nombre de *#EyeToEye*, invita a todos aquellos que así lo deseen a ponerse unas gafas de realidad virtual y embarcarse en un viaje que cambiará probablemente muchas de sus concepciones sobre el maltrato animal



Figura 38. Comercial promocional de Coca-Cola

4.2 Videojuegos

El universo de los gráficos de juegos y películas con VFX han avanzado a un nivel muy sofisticado, tecnológicamente hablando, y con este avance, con este desarrollo, se está produciendo una fusión entre gráficos de juegos y películas con VFX; actualmente estamos viendo que los métodos de producción utilizados en la creación de arte digital para películas y juegos son muy similares.

Esto se debió, como indicamos arriba, en parte al surgimiento de nuevas tecnologías como la realidad virtual, y con ambas áreas, es decir, CGI para películas y videojuegos que utilizan las mismas herramientas como *Maya* y *Unity*, pero no hace mucho tiempo que una sola planta en la película *Avatar* tenía más polígonos que un entorno de juego completo.

Uno de los grandes desarrollos ocurridos en este campo, que se ha visto expuesto en eventos como la Conferencia de Desarrolladores de Juegos (GDC), es el poder de la representación en tiempo real.

Unreal Engine y *Unity Engine* realmente han dado un salto importante en este campo, y recientemente *Unreal* se ha asociado con *The Mill* y *Chevrolet* para demostrar el potencial del motor con el cortometraje *Human Race*. Al fusionar la narración de acción en vivo con los efectos visuales en tiempo real, la película muestra cómo estas tecnologías están superando los límites al usar la representación en tiempo real en un motor de juego.

ILM utilizó un enfoque similar para algunas de las escenas de *Star Wars: Rogue One*, que empleó una versión modificada de *Unreal Engine 4*. El equipo utilizó esta tecnología para dar vida al droide K-2SO en tiempo real.

Otra área donde existe una convergencia real y un cruce de talento es el uso de la fotogrametría, que consiste en tomar datos fotográficos de un objeto desde muchos ángulos y convertirlos en modelos digitales increíblemente realistas y totalmente texturizados.

La creación de elementos de juegos a partir de fotografías puede no ser nueva, pero el proceso ahora ha alcanzado el tipo de estándares que estamos acostumbrados a ver en la producción cinematográfica.

Desde la increíblemente realista recreación del universo de *Star Wars* de DICE en *Star Wars Battlefront* hasta *Ryse: Son of Rome* de Crytek, la barra de gráficos de videojuegos es cada vez más alta (Véase figura 39). Podría ser hiperbólico sugerir que las imágenes de *Ryse* son paralelas a la clásica película *Gladiator*; pero, sin embargo, es una realización sorprendente de la antigua Roma.



Figura 39. Fotograma "Assassins Creed: Odyssey"

CAPÍTULO V. EL FUTURO DEL ENTRETENIMIENTO

5.1 Industria de estudios dedicados a CGI y VFX en México

Ya sea que sólo se considere un espectador más o un cinéfilo aficionado, hasta un productor reconocido o director incipiente rumbo al estrellato, todos hemos oído de los estudios *Pixar*, *Disney* y *Dreamworks*, por mencionar algunos. Sin embargo, cuando hacemos alusión a ellos, México no figura en ese horizonte. ¿Será que México no tiene los elementos para crear poderosos estudios de animación o VFX? o ¿Tal vez, no hemos sido capaces de crear proyectos de efectos visuales dignos de una buena casa productora reconocida? Probablemente la respuesta vaya más allá del planteamiento de si el talento existe en el país o no, esto, conlleva cuestiones políticas, económicas y sociales. En esta investigación, por cuestiones de espacio, consideraremos sólo la perspectiva técnico-científica y económica.

Aunque en México no es una gran industria la cinematografía computacional, desde 2002 empezó a vislumbrarse el interés por participar activamente en esta industria de la animación; y es con la fundación de los *Estudios Anima*, quienes ese mismo año se incorporaron a este universo de la cinematografía computacional, y lanzaron su primer película *Magos y Gigantes*, o bien *Huevocartoon*, estudio que pretendía crear sátiras y situaciones comunes que pudiesen ser apreciadas en todo el país. Al principio tuvieron un público deseoso de algo nuevo y refrescante, es decir, de personas que más o menos conocían de cine; pero, *Huevocartoon* al estancarse en una misma idea rayano en lo vulgar, y no querer o no poder experimentar con otras formas de cine animado, terminaron hundiéndose en la mediocridad.

Uno de los principales problemas que sufre la industria de animación y efectos visuales (y cinematografía en general) mexicana es la escasez de fondos públicos para el sector, además de que, sólo un cierto número de personas son favorecidas por dicha industria, por lo que estos privilegiados se convierten en grupos cerrados o mafias; pero tratar estos casos nos llevaría a plantear circunstancias políticas (lo cual no es el objeto de esta tesis).

México desde una perspectiva idealista, se encuentra posicionado en el mapa como una región para establecer acuerdos y colaboración con las producciones estadounidenses, debido a la cercanía geográfica, los lazos históricos e industriales y la fuerte interrelación con los profesionales mexicanos ya asentados en la industria de Hollywood, como Guillermo Del Toro y Jorge Gutiérrez, lo que facilita su distribución en los mercados internacionales. Pero aunque se vea más o menos sencillo, el favoritismo aún impera en nuestro país.

México posee una vasta y rica historia, además de una variada cultura como para limitarse a un bajo nivel de calidad en el rubro de la animación; de igual manera, en materia de efectos visuales seguimos careciendo del potencial artístico e imaginativo que otras áreas creativas sí tienen, tal es la literatura, la plástica y la música entre otras. México posee una poderosa identidad cultural, el país podría sobresalir con un estilo de animación único como el de otros países. Como el tradicional anime. Aunque el anime tenga connotaciones negativas alrededor del mundo por cuestiones sociales (incluso morales), como cualquier otro género cinematográfico, tiene basura y bellas joyas del cine, reconocidas a lo largo del mundo que vale la pena analizar y darle una oportunidad a la calidad de esta expresión. Igualmente, el reflexivo y detallado cine francés de animación con la película *Avril et le Monde truqué* con una historia poco convencional o bien la entrañable película *La planète sauvage* o la colaboración de la industria francesa con la franquicia japonesa Ghibli para crear *La tortue rouge*. México podría dejar un rico legado cinematográfico, ya que en el país hay individuos talentosos, pero consideramos que hacen falta apoyos para desarrollar un caudal cinematográfico con gran capacidad de influencia sobre el resto de los países, no sólo de habla hispana, sino internacionalmente.

La producción y estudios en general se concentran principalmente en la Ciudad de México, y en menor medida, Guadalajara y Puebla. Entre los factores que explican el buen momento de la animación mexicana podrían citarse: el fuerte incremento de la producción audiovisual nacional desde 2012, el aumento del número de coproducciones con España y Estados Unidos y los éxitos de taquilla de las producciones animadas como *Don Gato y su pandilla* (2011) de *Ánima Estudios* y *Un gallo con muchos huevos* (2015) de *Huevocartoon Producciones*, los mayores éxitos de taquilla del cine mexicano de ambos años. Pero después

de ello, el cine computacional en México se ha estancado. Apoyar producciones que intentan salirse del paradigma estandarizado de la animación estadounidense y lograr un estilo de animación único, como lo fue con la reciente película de Carlos Carrera *Ana y Bruno* (2018). Ojalá sea el momento de que la industria del cine se percate de que en las nuevas generaciones de jóvenes se posee gran talento y que sólo requieren de apoyo para que se inicie una revolución en el cine animado y de efectos visuales en nuestro país.

Además, la demanda de contenido de Animación y VFX para potenciar las experiencias inmersivas como la realidad aumentada (en inglés, augmented reality, AR) y la realidad virtual (en inglés, virtual reality, VR) está creciendo de manera exponencial. El rápido avance de la tecnología ha hecho que la animación y el VFX estén disponibles para el público en general, y esta industria se ha convertido en uno de los segmentos de más rápido crecimiento en el mercado global de medios y entretenimiento. Cada vez más estamos viendo el aumento de la animación global y la producción de VFX distribuido de forma masiva. El trabajo de producción se está globalizando con incentivos fiscales, costos laborales regionales bajos y costos informáticos más bajos, lo que ejerce presión sobre las compañías para reducir costos y establecer instalaciones en regiones con ventajas fiscales o de bajo costo. Este es un modelo que los productores de contenido utilizan cada vez más.

Consideremos las cifras siguientes sobre la viabilidad de la cinematografía computacional como negocio redituable a nivel mundial según el estudio *Global Animation and VFX Industry: Strategies, Trends & Opportunities* [23].

El valor total de la industria de la animación global fue de 259 mil millones de dólares en 2018 y se proyecta que alcance los 270 mil millones de dólares para 2020. La mayoría de los segmentos de la industria de la animación están creciendo a una tasa del 2% interanual. El gasto en efectos especiales como porcentaje del costo de producción es de alrededor del 20% -25%. La forma tradicional de audiencia de contenido está dando paso a un fuerte aumento en el consumo de video en tiempo real. El tamaño del mercado de transmisión de contenido de animación fue de 2.9 mil millones de dólares en 2018 y está creciendo a una tasa del 8% anual.

Los consumidores globales están mostrando un creciente interés por experiencias visuales atractivas y de alta definición. Los aficionados al cine demandan producciones de alta calidad con efectos visuales atractivos y animaciones realistas, y los estudios incluyen más animación y tomas de VFX en las películas. Los consumidores consumen contenido más envolvente a través de canales como televisores, tabletas y teléfonos inteligentes de ultra alta definición en dispositivos montados en Headsets.

El contenido de animaciones, VFX y juegos se está consumiendo no solo en *Netflix*, *Amazon*, *Hulu* y *Twitch*, sino también en *YouTube*, *Twitter* y *Facebook*. Con la creciente penetración de Internet y el acceso a dispositivos multimedia, los clientes pasan más tiempo transmitiendo contenido digital. *Streaming* de video es el canal de distribución de segmento más rápido de crecimiento para la animación y está experimentando un crecimiento de dos dígitos y se espera que el mismo continúe durante los próximos años. Este crecimiento se atribuye al crecimiento exponencial en el número de espectadores de video en línea en todo el mundo. La computación en nube está jugando un papel clave en la representación de personajes y en los procesos de modelado, ya que la representación basada en la nube de películas de animación es más efectiva y eficiente, ya que reduce el tiempo y el costo en comparación con la representación tradicional.

5.2 Industria de los Videojuegos en México

La industria de la animación y efectos especiales, abarca aquellas actividades que llevan a cabo empresas de distintos perfiles que se ubican a lo largo de su cadena de valor que incluye el desarrollo, la producción, la realización, la edición y la distribución de contenidos de animación, como largometrajes, cortometrajes, series, documentales, además de otras tipologías de contenidos interactivos como lo son los videojuegos, aplicaciones, realidad virtual, entre otros.

Los videojuegos no son sólo mera diversión para niños, jóvenes y adultos, hoy, esta actividad interactiva digital se han convertido en una de las industrias comercialmente más rentables y atractivas de esta década.

“Tan sólo en 2017, el mercado global de videojuegos sobrepasó los 100 mil millones de dólares, cifra que marcó un hito en la historia de este segmento, registrando un crecimiento de más del 50% en cinco años. El mercado es liderado por los videojuegos para dispositivos móviles (42%), seguido por los videojuegos para consolas (31%) y para computadoras (27%), donde se incluyen los videojuegos físicos, descargables y de navegador” [24].

Los videojuegos se han convertido en la industria que se mantiene en la cima de negocios de sectores como el deporte, la música y el cine, y posiblemente, de los tres juntos.

“El mercado de los videojuegos a nivel internacional está calculado en 40 mil millones de dólares, pero México ni siquiera ocupa el primer lugar entre los países de América Latina y el Caribe, dijo Kiyoshi Tsuru, representante en México de Entertainment Software Association (ESA), organizador del concurso junto con la Asociación Mexicana de Videojuegos (AMV)” [25].

Esta aseveración por parte del representante de *ESA* Kiyoshi Tsuru, es preocupante para el país y los jóvenes que vienen preparándose y se preparan para una industria que parece ser promisoría en países primermundistas, sin embargo, al no existir apoyo hacia esta área, se ven obligados a prepararse en países donde sí se les permita progresar en este campo. Las ideas y proyectos de creadores mexicanos se han realizado y se siguen realizando en el extranjero al no encontrar soporte económico suficiente en nuestro país.

Forbes menciona la importancia de voltear hacia el desarrollo de esta industria de videojuegos: “La industria de los videojuegos en México es cosa seria. Mientras que la economía nacional creció sólo 2.2% en 2016 y se prevé que lo haga entre 1.3 y 2.3% en este año, este mercado de entretenimiento pronostica un crecimiento anual de 8.4% para 2017, es decir, casi cuatro veces lo que creció el Producto Interno Bruto (PIB) hace un año y lo que avanzaría al cierre del periodo en curso” [26].

Con lo anterior se analiza que la industria tiene un gran campo para expandirse monetariamente: la estrategia publicitaria no sólo convendrá que el consumidor se divierta y entretenga, sino que dirige su estrategias hacia el desarrollo de sistemas integrales de entretenimiento para que, en colaboración con otras industrias, puedan obtener ganancias con el interés del público tradicional e incluso, de nuevos segmentos de consumidores. En otras palabras, las ganancias son generadas no sólo por la compra de la consola y el videojuego, sino también incluyen mecanismos de pago de suscripciones a redes de entretenimiento; la venta de boletos para eventos especiales, convenciones o torneos; los accesorios físicos complementarios; las compras y la publicidad integradas, entre otros.

5.3 Realidad Virtual en la Industria del cine

La adaptación cinematográfica de Steven Spielberg, *Ready Player One* trajo consigo algunas ideas interesantes para los amantes del cine así como a los buscadores de beneficio comerciales y económicos en el ramo del cine y videojuegos. En medio de las representaciones futuristas de punta que ofrecía la tecnología además de un maravilloso y prometedor mundo digital que embriaga con la idea de recrear una realidad más favorable para el usuario, todo gracias a la realidad virtual. Los sofisticados auriculares VR y las cintas de correr omnidireccionales permitieron a los personajes interactuar con los fantásticos mundos digitales de maneras inimaginables.

¿Cómo la Realidad Virtual afecta y afectará a la industria cinematográfica en México? ¿Realmente tenemos que esperar 20 años o más para usar tecnología como ésta?

En realidad, estamos mucho más cerca de hacer de esta tecnología una realidad, ya que la realidad virtual ha evolucionado y se ha popularizado rápidamente en los últimos años, pero hasta ahora solo los jugadores serios y desarrolladores entusiastas de la tecnología están impulsando la adopción de estos equipos. Sin embargo, la industria cinematográfica podría estar al borde de algunos cambios importantes y emocionantes debido a la realidad virtual.

¿Podría la realidad virtual amenazar o transformar el cine tradicional? ¿Está el público preparado para que la realidad virtual sea exhibida en los cines convencionales del país?

La realidad virtual ya está llamando mucho la atención de diversas maneras. Para entender cómo la tecnología de la realidad virtual puede cambiar el cine, es útil tener una comprensión más amplia de cómo ha afectado a otras industrias. Esto incluye videojuegos, programas de televisión y aplicaciones más allá del entretenimiento. Los tipos de contenido que se crean y el crecimiento de las empresas que innovan en la tecnología de la realidad virtual, están determinados por el éxito del contenido de ésta.

El concepto de un programa de televisión basado en la realidad virtual parece inusual, pero es un formato extremadamente envolvente y prometedor.

Este concepto está siendo adoptado por los cineastas de manera creativa. Estar en los zapatos de un personaje, en una narrativa en curso, tiene el potencial de ser un atractivo para los consumidores. Aunque la tasa de adopción es pequeña en este momento (no todos están listos para cambiar sus asientos de cine en casa por un área de juegos de realidad virtual sin obstáculos), está creciendo rápidamente y tiene el potencial de convertirse en una parte importante de la industria.

Al igual que en los programas de realidad virtual de televisión, esta tecnología también se está utilizando para transformar las experiencias cinematográficas. Como un paso hacia el futuro del entretenimiento, la tecnología *IMAX*, ha desempeñado un papel importante en las películas de vanguardia durante las últimas décadas, y ha adoptado últimamente VR,

creando centros de *IMAX VR* en todo el mundo. Esta tecnología, también ha comenzado a apuntalarse como un esfuerzo y logro artístico. Los festivales de cine (incluidos *Sundance*, *Tribeca* y *Venecia*) han comenzado a incorporar la realidad virtual en sus actuaciones en los últimos dos años [27].

Sin embargo, la realidad virtual aún no es muy común. Los vanguardistas de la industria buscan cambiar eso. Eliza McNitt como directora y Darren Aronofsky como productor ejecutivo, respaldados por *Protozoa Pictures* y *Oculus Studios* por ejemplo, estrenaron en 2018 una trilogía de un millón de dólares para explorar el espacio llamado *Spheres* [28].

Con todo lo anterior, se visualiza que los cineastas están tomando pasos hacia un nuevo tipo de expresión. La filmación en VR todavía tiene muchos desafíos técnicos, pero *Tribeca Immersive 2018*, respaldada por *IBM (International Business Machines Corporation)* dio una buena idea de cómo VR y AR podrían comenzar a implementarse en los próximos años: con inteligencia artificial (AI) que permita controlar la historia de una película de RV; el activismo virtual, los hologramas y la potente técnica de cámara de 360 grados, incluso de creación de ambientes 3D podrían ser elementos fundamentales [29].

Diversos proyectos de realidad virtual fueron protagonistas en *CinemaCon* el año pasado (2018), además *IMAX* y *Warner Brothers* anunciaron su vinculación para crear experiencias de realidad virtual en próximas entregas.

El cineasta mexicano González Iñárritu, presentó en 2017 *Carne y Arena* (véase figura 40), una experiencia cinematográfica en la que la realidad virtual y la trágica alegoría, crean en él la intriga hacia la problemática que allí se presenta, el de los inmigrantes indocumentados que cruzan por nuestro país para llegar a Estados Unidos.

El comité de la Academia de Hollywood reconoció la obra de Iñárritu y le otorgó un Óscar especial por su trabajo innovador en realidad virtual, en la que Iñárritu y su director de

fotografía, Emmanuel Lubezki, según el presidente de *The Academy* John Bailey, “nos han abierto nuevas puertas a la percepción cinematográfica” [30].

Hace ya unos años en Europa, se vislumbraba ya la realidad virtual como una expresión artística, un género más en el cine. El *Raindance Film Festival* de Londres ha sido pionero en la realidad virtual desde 2013. En 2016 lanzaron sus Premios VRX, y cuentan con una de las mejores colecciones de experiencias de realidad virtual del mundo [31].

El auge de los servicios *streaming*, como *Netflix* y *Amazon*, está teniendo un impacto en el cine. Actualmente, las escuelas de cinematografía comienzan a enseñarles a sus estudiantes cómo trabajar con estos ecosistemas a medida que cambian los modelos de negocios tradicionales, lo que afecta la producción, el marketing y la distribución. El deseo natural de ver películas en casa y tener una experiencia como la de estar en el cine, hace que la VR sea la opción para el cine en casa.



Figura 40. Exhibición de la obra “Carne y Arena”

5.4 Del cortometraje como comienzo para México de competir a nivel mundial

Aunque algunos en la industria del cine suelen menospreciar al cortometraje, la realización de un film de corta duración, requiere de gran imaginación y capacidad de síntesis para contar una historia, un sentimiento o expresar lo deseado en poco tiempo; se debe ser claro y sustancial; aquí es dónde la capacidad de un realizador se pone a prueba, ya que requiere de todo su talento y nada de subterfugios.

Cuando me refiero a *historia*, me refiero a la realidad que se intenta reflejar en el cortometraje, no sólo una historia contada en tiempo lineal. Sin duda, pueden producirse una amplia variedad de cortometrajes de tipo documental, argumentativo, divulgativo y de esparcimiento, entre una gama amplia de posibilidades fílmicas; pero, sobre todo con un sentido: hacer del arte y la tecnología, del cortometraje un factor de superación social y creador de conciencia que permita a los integrantes de nuestra sociedad ser mejores ciudadanos.

Pero ¿por qué el cortometraje podría ayudar a México en mejorar su status sobre cuestiones cinematográficas frente al mundo? Porque ningún otro país se ha dedicado plenamente a desarrollar una cultura del cortometraje, Japón y Francia lo han intentado, pero sin un verdadero proyecto social, y sin por lo menos, el respaldo de importantes estudios de animación, además que, la mayoría de las veces, ha sido de índole publicitaria.

Otra cuestión importante por analizar, es: ¿Por qué los cineastas mexicanos deberían recurrir más a la realización de cortometrajes? Porque los requerimientos económicos de producción son menores que en una película de largometraje, y además se podría hacer uso de las tecnologías de realidad virtual y aumentada para incrementar el público e integrarlo a la cultura del cortometraje; tal vez, esto haría que, hubiese mayor interés y posibilidades de exposición en salas y nuevas tecnologías, como teléfonos celulares, tabletas, computadoras personales, etc. Sin duda, por cuestión de tiempo, tendrían más incidencia social.

Con la visión que tiene el mexicano hacia la vida o situaciones cotidianas, el cortometraje mexicano se podría caracterizar por su ingenio, su ironía hacia la realidad, y por supuesto, por esa chispa de permanente picardía.

CAPITULO VI. ANIMA LIBRI

6.1 Anima Libri

La palabra *anima*, proviene del latín y significa: soplo, viento; y, como significado alterno: alma, vida. *Libri*, del latín libro.

Decidí titular esta investigación como *Anima libri*, por sus significados simbólicos que poseen ambas palabras en latín. La fugacidad de la vida, la llama del alma como el fuego de la imaginación se entretreje para conformar los lenguajes del arte; el libro, telar de la técnica, sostén de la memoria, engendra el lenguaje de los instrumentos y de esta trenza surge una nueva expresión que no encuentra límite entre la tecnología y el arte, que al fusionarse crean algo fantástico permanentemente nuevo.

El cine es como un gran árbol. La película es la flor, el espectáculo final. Y el tronco es el guion el elemento mágico que sostiene la obra: el anima y el libris, el abrazo creador del arte y la tecnología.

El guion “cobra vida”, se transforma en la película que podemos ver en una sala o en la comodidad de nuestras casas. El cine sufre diversas metamorfosis desde sus comienzos: pasa de una mera secuencia de imágenes a una historia con sentido propio, del cine mudo al cine sonorizado, del cine blanco y negro al cine a color, del cine analógico al digital, de sala convencional al *streaming* cómodo en casa y muy posiblemente incorporando próximamente, la Realidad Virtual y Aumentada.

Las palabras escritas en el guion se transforman para dar vida a la historia que vemos en pantalla. El cine está lleno de constante transformación, a semejanza de un río, bien lo dijo Heráclito “Ningún hombre puede cruzar el mismo río dos veces, porque ni el hombre ni el agua serán los mismos” [32]. El legendario presocrático nos invita y confirma el permanente y permanente devenir, el cambio constante de las cosas. El cine avanza a pasos agigantados a la par que la tecnología crece exponencialmente. Pasa a ser una representación

no sólo imaginativa individual sino imaginativa colectiva de lo más valioso que tiene el ser humano.

No creo que el cine actualmente sea más que un mero entretenimiento, puede fortalecer aspectos de la educación, crear empatía ante sucesos o hechos que expuestos de otra manera no podrían llegar y tocar esa fibra sensible en los espectadores y lograr que los mismos reflexionen sobre ello. Se crean estereotipos, nuevos valores y las culturas cambian. El cine tiene el poder de manipular pero también de impulsar, educar y sensibilizar. Uno de los protagonistas de la historia contemporánea de la humanidad es el cine, como lo propone Araceli Rodríguez y Julio Montero en el *Cine cambia la historia*:

“El cine es protagonista de la historia, en primer lugar, porque su presencia en las sociedades contemporáneas, desde hace más de un siglo, ha sido algo más que la de un testigo que registra, de manera gráfica y llena de vida, los momentos fundamentales de nuestro tiempo.

[...]El protagonismo del cine en nuestra historia contemporánea se apoya, en buena parte, en su carácter de medio de comunicación” [33].

Entonces ¿es posible que el cine contribuya a mejorar la educación o enriquecer, comprender y hasta cambiar toda una cultura? ¿será que México podría lograr un impacto de tal magnitud con otros países? ¿mejorar la condición humana a través del cine? El cine como arte no tiene una finalidad utilitaria, aunque muchas veces se ha utilizado como propaganda ideológica para algún fin político. Actualmente todo ha sido monetizado y muchas veces se persigue la ganancia por sobre la calidad. El cine contribuye a fortalecer la conciencia de las personas, a hacer más sensibles y críticos a los hombres.

6.2 Cortometraje *Anima Libri*.

El propósito de la creación de un cortometraje es utilizar las herramientas que generalmente se utilizan a nivel de postproducción, haciendo uso de elementos de VFX y CGI, y conocer una parte del proceso que conlleva la creación de un cortometraje.

Las herramientas utilizadas en el proceso son *Maya 2018* (versión estudiante), *Blender 2.79b* y *After Effects CC 2019*.

En este caso, se utilizará composición digital 3D, la cual es ampliamente utilizada a nivel de postproducción por estudios de televisión y películas, agregando una secuencia de imágenes (video) y un elemento CGI (dragón) con retoques de VFX.

En la figura 41, se muestra el modelo del dragón utilizado lo largo del desarrollo del cortometraje, el cual se encuentra modelado, texturizado, iluminado y adicionado con rig por Truong:

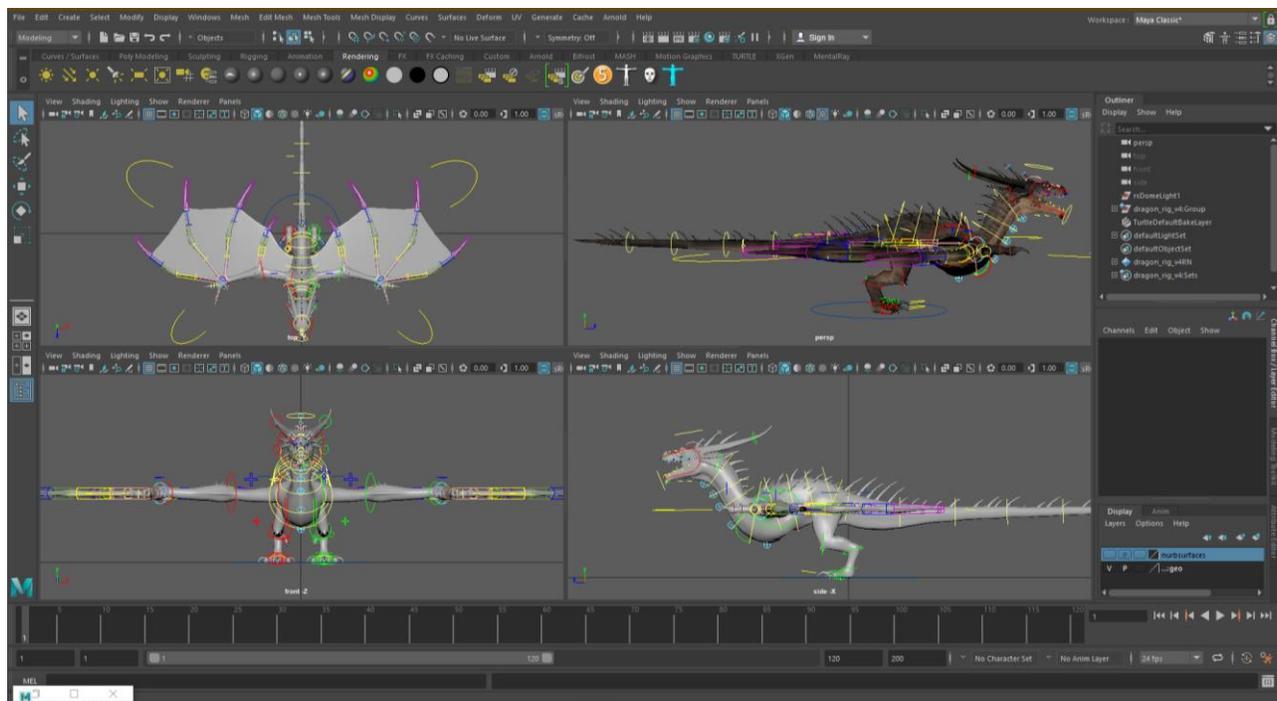


Figura 41. Modelo de Dragón 3D visualizado en Maya 2018

Una vez incorporado el modelo al software Maya, se procede en animar dicho modelo con ayuda de la herramienta que provee *Maya Graph Editor* y *Timeline* (Véase figura 42).

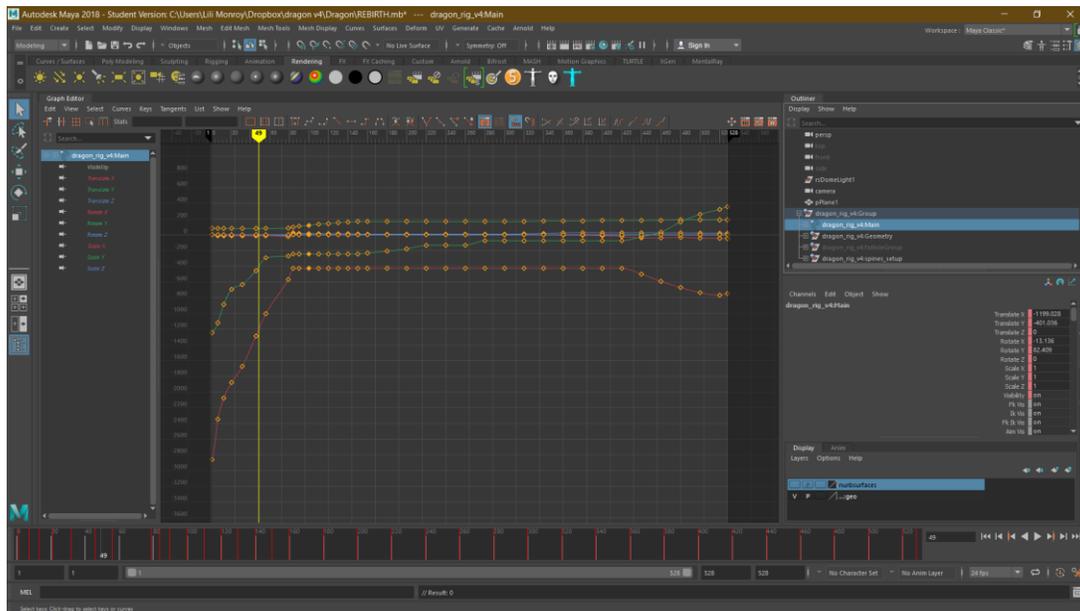


Figura 42. Graoh Editory Timaline de Maya 2018

Se agrega al proyecto, una secuencia de imágenes creada por medio de *Blender 2.79b* (Véase figura 43).

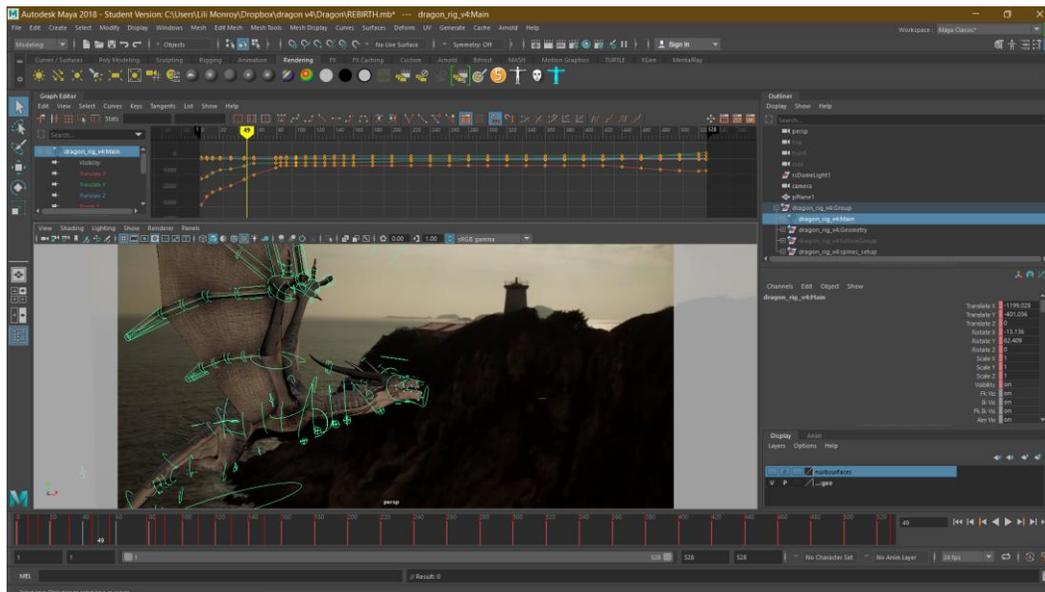


Figura 43. Secuencia de imágenes adicionadas para la escena a renderizar

Finalmente, se procesa en *After Effects CC 2019*, con los efectos visuales necesarios y la adición de música. Se obtienen los fotogramas finales, como se muestra en la figura 44.



Figura 44. Modelo de Dragón manipulado en After Effects.

El proyecto se renderizó en *After Effects CC 2019* a 24 cuadros por segundo y con una resolución de 720p.

CONCLUSIONES

Se cumplieron los objetivos propuestos en esta tesis, el desarrollo de un cortometraje con técnicas utilizadas en postproducción y la investigación que ayudó a plantear la situación en que se encuentra nuestro país en el ámbito cinematográfico; sólo queda señalar, como conclusión, que nuestro país tiene un largo camino que recorrer para lograr alcanzar un buen nivel como potencia fílmica; principalmente en el ámbito computacional cinematográfico. Será difícil pero no imposible. Se debe optar por otorgar financiamientos para que los creadores puedan competir con una alta calidad técnica y artística, capacitar y especializar a personal interesado en aspectos técnicos de la industria, principalmente de realidad virtual y realidad aumentada.

Con respecto a la educación cinematográfica, cuando se busca estudiar una carrera como lo es la cinematografía, animación, efectos visuales, entre otros; las escuelas reconocidas existentes son pocas y otras, las particulares, cobran altas cuotas para estudiar dichas carreras. Además, se debe disminuir la coproducción con países que mantengan una fuerte presencia cinematográfica, al menos durante el crecimiento de nuestra propia industria cinematográfica, ya que esto reduce la participación mexicana y el retorno de lo invertido.

Lograr que los cineastas mexicanos se interesen en la creación de cortometrajes y se puedan impulsar proyectos nacionales, acrecentar el interés por la película breve y aumentar la congregación académica y profesional dedicada a la producción de cortometraje utilizando tecnologías como realidad virtual y aumentada; aspectos que permitirán que el país comience a enriquecerse creando una cultura cinematográfica, y de esta manera, podríamos alcanzar niveles inimaginables, respecto a países con gran tradición fílmica.

Con respecto a la elaboración del cortometraje, es importante resaltar que para la creación de un corto de una calidad impecable se requiere de un equipo que conozca qué papel juega en la división del trabajo en el ramo; el equipo debe visualizar con claridad cómo vincularse en los diferentes tiempos de la producción, para poder realizar las diversas funciones específicas del proceso en la elaboración de dicho cortometraje como lo es

modelado, animación, texturizado, animación, *shaders*, *rigging*, etc. Además, debe comprenderse que 24 cuadros por segundo es la velocidad a la que corre la proyección sonorizada. Esto impone al animador que trabaja en solitario, la necesidad de una gran cantidad de trabajo. Si calculamos la cantidad de cuadros que necesita un corto de cinco minutos, la cantidad de imágenes es abrumadora. Por supuesto, los programas y aplicaciones que hoy en día utilizan los grandes estudios han reducido el tiempo y carga de trabajo, respecto a un animador de décadas pasadas. Sin embargo, se logró en esta tesis la realización de un cortometraje a nivel de prueba y demostración de lo antes dicho.

Insistiremos en que, ya sea en dibujos animados o en animación de objetos hechos con recortes, animación 3D o cualquier otra técnica, el trabajo es lento y laborioso. Se requiere perseverancia, paciencia y pericia; así como gusto y deseo de ser parte de la realización de nuestros sueños filmicos.

Ante las reacciones de los espectadores que Gubern nos narra en *Historia del Cine*, después de quedar impactados ante las breves películas que les fueron mostradas, lo cierto es que la impresión y novedad que presentaban Auguste y Louis Lumière no fue el visualizar el océano o un tren, sino lo realístico que se apreciaban las imágenes. Y más aún, una pintura o fotografía con movimiento propio sucediendo en el mismo lugar en que el espectador se encontraba presente. Esto es comparable a la impresión que nosotros, como generaciones de inicios del siglo XXI, hemos tenido ante la posibilidad de interactuar con la realidad virtual y la realidad aumentada. El cine tiene una estrecha vinculación con la vida actual. El público cinéfilo además de diversión espera del cine información y una guía para orientar su criterio en relación con los acontecimientos, es decir, con lo que está ocurriendo en la vida.

REFERENCIAS

CITAS

[1] Okun, A. Jeffrey; ZWERMAN, Susan. *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*. Focal Press Taylor & Francis Group. United Kingdom, 2015. Pp. 83-84.

[2] Byrne, Bill. *The Visual Effects Arsenal: VFX Solutions for the Independent Filmmaker*. Focal Press, Elsevier. Canada, 2009. Pág. 3.

[3] Nora Dominique. *La Conquista del Ciberespacio*. Editorial Andres Bello. España 1997. Pág 200-224.

[4] Ibid., 224 - 225.

[5] Ibid., 225 – 226.

[6] Ibid., 223

[7] Ibid., 203

[8] Mateos M., Agustín, *Etimologías grecolatinas del español*, México, Editorial Esfinge, 8ª edición, 1974.

[9] Wells, Paul. *Animation: Genre and Authorship*. Wallflower. 2002. London, UK. Pág. 4.

[10] Tirard, Laurent. *Lecciones de cine. Clases magistrales de grandes directores explicadas por ellos mismo*. Paidós. México. 2005 Pág. 107 -108.

[11] Saldaña, Zoë Wilkinson. *Filming Stop-Motion Animation*. Cherry Lake Publishing. United States of America, Michigan. 2008. Pág 5.

[12] Such, Marina. *Así es como el estudio Laika hace la animación stop-motion más avanzada tecnológicamente*. Actualizado el 20 de diciembre de 2016. Xataka: <https://www.xataka.com/cine-y-tv/asi-es-como-el-estudio-laika-hace-la-animacion-stop-motion-mas-avanzada-tecnologicamente>

[13] Delbridge, Matt. *Motion capture in Performance: An introduction*. Palgrave Macmillian. US, New York. 2015.

[14] Autodesk®In Film, pág. 4.
http://images.autodesk.com/adsk/files/film_brochure0.pdf

[15] Ibid., 4.

[16] Ibid., 4.

[17] Ibid., 5.

[18] Ibid., 5.

[19] Ibid., 5.

[20] Ibid., 6.

[21] *Virtual production with Unreal Engine: a new era of filmmaking*
<https://www.unrealengine.com/en-US/blog/virtual-production-with-unreal-engine-a-new-era-of-filmmaking>

[22] Ibid.

[23] Global Animation and VFX Industry: Strategies, Trends & Opportunities
https://www.researchandmarkets.com/research/8n62z2/global_animation?w=5

[24] PROMÉXICO. *La industria de los videojuegos en México*. Junio 2018.
<http://mim.promexico.gob.mx/work/models/mim/templates-new/Publicaciones/Articulos/La-industria-videojuegos-Mexico.pdf>

[25] González G., Susana. *Videojuegos, industria de 32 mil mdp en México*. La Jornada miércoles, 20 feb 2019.
<https://www.jornada.com.mx/ultimas/2019/02/20/videojuegos-industria-de-32-mil-mdp-en-mexico-8052.html>

[26] Zúñiga, Erick. *Videojuegos en México: un mercado de más de 22,000 mdp*. Forbes mayo 19, 2017.
<https://www.forbes.com.mx/videojuegos-mexico-mercado-mas-22000-mdp/>

[27] *We are happy to invite you to a unique review of some of the most interesting international virtual reality productions!* Warsaw Film School. NEWS. 2019-06-04
<https://warsawfilmschool.com/news/1575/we-are-happy-to-invite-you-to-a-unique-review-of-some-of-the-most-interesting-international-virtual-reality-productions>

[28] Anderson, Ariston. *Darren Aronofsky's VR Film 'Spheres' to Screen at Rockefeller Center (Exclusive)*. The Hollywood Reporter. December 20, 2018.
<https://www.hollywoodreporter.com/news/darren-aronofskys-vr-film-spheres-screen-at-rockefeller-center-1171129>

[29] TRIBECA TALKS: Future of film - Artificial Intelligence and Augmented & Virtual Reality: the future of immersive storytelling. Tribeca Films Festival.
<https://www.tribecafilm.com/filmguide/tribeca-talks-future-of-film-artificial-intelligence-and-augmented-virtual-reality-the-future-of-immersive-storytelling-2018>

[30] *The Academy's Board of Governors Awards an Oscar® To Alejandro G. Iñárritu's "Carne Y Arena" Virtual Reality Installation*

<https://www.oscars.org/news/academys-board-governors-awards-oscarr-alejandro-g-inarritu-carne-y-arena-virtual-reality>

[31] Richardson, Chris. Using Virtual Reality Trends in A Movie. 15 August, 2018

<https://www.raindance.org/using-virtual-reality-trends-movie/>

[32] Gaarder, Jostein. *El Mundo De Sofía*. Ediciones Siruela, S.A. 1ra Edición: noviembre, 1994.

[33] Rodríguez, Araceli; et al. *El cine cambia la historia*. Libros de Cine RIALP. España, Madrid. Pág. 12-13.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

- Visual Effects: Seeing is Believing

https://www.oscars.org/sites/oscars/files/complete_visual_effects_activities_guide.pdf

- Arc Production. Animation & Virtual Effects

https://assets.cfassets.net/22n7d68fswlw/57iIfT05cAuAWc2IGw2GOs/872536968e229a354b419009a3b51b0c/Arc-Productions-VFX-Presentation_2.pdf

- Animation: Creating Movement Frame by Frame

https://www.oscars.org/sites/oscars/files/complete_animation_activities_guide.pdf

- Principios y Técnicas de Animación

http://climate.cs.buap.mx/condejc/cursos/Material/Animacion/Notas/01_principios%20y%20tecnicas.pdf

- Rotoscopía

<https://enfilme.com/ciniciados/animacion/innovaciones-tecnologicas/rotoscopia>

- NAB 2017: Advanced Cinematography Tools & Software

<https://youtu.be/IQXwRUq8YTo>

- Unity To Disrupt Film And TV Production

<https://www.forbes.com/sites/chariefink/2017/12/11/unity-to-disrupt-film-tv-production/#4f24973e574b>

- El cine en tiempo real, explicado

<https://unity.com/es/solutions/film/real-time-filmmaking-explained>

<https://unity.com/es/solutions/film-animation-cinematics>

- Blender as an All-in-One Tool for Film Production

<https://www.blender.org/conference/2014/presentations/84>

- Blender for Television VFX - More Gruntwork VFX

<https://youtu.be/exAwxzhBL8w>

- VFX y RIG, nuevas profesiones que aúnan el arte y las matemáticas

<https://www.animum3d.com/vfx-y-rig-nuevas-profesiones/>

- Sprite Animation

<https://docs.coronalabs.com/guide/media/spriteAnimation/index.htm>

- Computer Graphics and Computer Animation: A Retrospective Overview
<https://ohiostate.pressbooks.pub/graphicshistory/chapter/1-2-apollo-sun-sgi-2/>
- Houdini Fx Film, Tv & Game Dev
https://www.sidefx.com/media/uploads/products/one_sheets/sellsheet-houdini-fx.pdf
- From concept to ultra-detailed model
<http://pixologic.com/zbrush/industry/movies-vfx/>
- Resultados: ¿Qué Software de Animación 3D Utilizas?
<http://www.industriaanimacion.com/2018/03/encuesta-resultados-software-animacion-3d-utilizas/>
- ADAM
<https://unity3d.com/es/pages/adam>
- How VFX grabs a viewers attention and why it is so important in Advertising.
<https://srushtivfx.com/how-vfx-grabs-a-viewers-attention-and-why-it-is-so-important-in-advertising/>
- How videogame graphics and movie VFX are converging
<https://www.creativebloq.com/features/how-videogame-graphics-and-movie-vfx-are-converging>
- VR Movies: Is Virtual Reality the Future of Film?
<https://www.octaneseating.com/virtual-reality-future-of-film>
- Libro blanco la industria española de la animación y de los efectos visuales
http://interaccio.diba.cat/sites/interaccio.diba.cat/files/diboos_libro_blanco.pdf
- Global Animation and VFX Industry Strategies, Trends, & Opportunities Report 2019: Market was Valued at US\$ 259 Billion in 2018 and is Projected to Reach US\$ 270 billion by 2020
<https://www.prnewswire.com/news-releases/global-animation-and-vfx-industry-strategies-trends--opportunities-report-2019-market-was-valued-at-us-259-billion-in-2018-and-is-projected-to-reach-us-270-billion-by-2020-300816938.html>

BIBLIOGRAFÍA

- Batlle, Guillermo. *El ajedrez en la pantalla: 25 films y partidas*. Publications Edicions. Universitat de Barcelona. España, Barcelona, 2009. Pp. 17-22.
- Chima, Ekenyerengozi Michael. *NOLLYWOOD MIRROR®*. Editorial Chike Ibekwe. Second Edition. Nigeria, 2014. Pág. 64.
- Dinur, Eran. *The Filmmaker's Guide to Visual Effects: The Art and Techniques of VFX for Directors, Producers, Editors, and Cinematographers*. Roulledge Taylor & Francis Group. New York, 2017. Pág.7
- Gress, Jon. [digital] *Visual Effects and Compositing*. Pearson Education. United States of America, 2015. Pág. 25.
- Gubern, Román. *Historia del cine*. Editorial Anagrama. Barcelona, 2016. Pág.16
- Rodríguez, Bermudes Manuel. *Animación: una perspectiva desde México*. UNAM. Centro Universitario de Estudios Cinematográficos. Primera Edición. México. 2007. Pp. 97-98.

HEMEROGRAFÍA

- López, Alberto. *Georges Méliès, el mago que convirtió el cine en arte, fantasía y espectáculo*. El País. España. 4 de mayo de 2018.
- Lorenzo, Hernández María. *La animación experimental en el territorio de los afectos*. Con A de Animación. No. 7. 2017. España.

ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL CORTOMETRAJE

Modelo 3D

Maya Dragon Rig por Tuong Artist.

<https://gumroad.com/l/kkAJ>

Música

Epic nordic music – Faraway por Antti Martikainen Music.

<https://www.youtube.com/watch?v=LkOUh6kR89k&feature=youtu.be>