

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Máster en Postproducción Digital



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“La digitalización de la media: La evolución del CGI hacia la renderización no-fotorrealista en Spider-Man: Un nuevo universo.”

TRABAJO FINAL DE MASTER

Autor/a:

Paz Gómez de la Muñoza

Tutor/a:

Javier Pastor Castillo

GANDIA, 2020

Resumen

La aparición de las imágenes generadas por ordenador ha supuesto un antes y un después a la hora de consumir y realizar contenido audiovisual. En este proyecto se exploran cuáles fueron los antecesores a los PC, sus usos, cómo han evolucionado y qué clase de manifestaciones artísticas se han realizado a lo largo de su historia, hasta el punto de alcanzar unos resultados casi perfectos al conseguir generar tanto imágenes realistas como imágenes más artísticas, centrándonos en concreto en cómo nos confunde a la hora de observar algo que aparenta haber sido realizado en dos dimensiones —lo que conoceremos como renderizado no fotorrealista—. Para ello, hablaremos en profundidad sobre la película ganadora del Óscar a la mejor película de animación en 2019, *Spider-Man: Un nuevo universo* (Peter Ramsay, Bob Persichetti y Rodney Rothman, 2018), donde exploraremos sus recursos técnicos, artísticos y sus influencias.

Para finalizar el proyecto, se encuentra la memoria de la parte práctica, realizada con los conocimientos obtenidos en la investigación, una pequeña pieza a modo de demostración sobre cuáles son los resultados que se pueden alcanzar mediante el uso de software accesible para el usuario medio.

Palabras clave: 2D, 3D, Animación, Analógico, Anime, Arte, Arte urbano, Cine, Cómic, Concept-art, Digital, Estilización, Motion-graphics, Motion-capture, No-fotorrealista, Pop-Art, Realismo, Renderizado.

Abstract

The emergence of computer-generated graphics was a turning point when it comes to consuming and producing audiovisual material. This project explores PC predecessors, how they were used, how they evolved over the course of its creation, and which kinds of artistic displays were carried out throughout its history, up to the point of achieving near-perfect results that mimic both realist art and traditional art. It will revolve upon the confusion in observing something which appears to be produced in two dimensions –later addressed as non-photorealistic rendering–. To that end, this paper will assess the significance of the technical and artistic resources and influences from Best Animated Feature Academy Award-winning Spider-Man: Into the Spider-verse (Peter Ramsay, Bob Persichetti & Rodney Rothman, 2018).

Enclosed in the project is the memory of the practical part conducted with the knowledge attained during the research--this is a small piece demonstrating the results which could be attainable employing software accessible by the average user.

Keywords: 2D, 3D, Animation, Analogic, Anime, Art, Urban Art, Film, Comic, Concept Art, Digital, Stylization, Motion-graphics, Motion-capture, Non-Photorealistic, Pop-Art, Realism, Render.

1. Capítulos

Resumen.....	1
Abstract	2
1. Capítulos.....	3
2. Introducción.....	5
2.1. Prólogo	5
2.2. Objetivos	6
2.3. Metodología	7
3. Historia del CGI	8
3.1. El arte predecesor a los ordenadores	8
3.2. Nace el nuevo arte digital.....	11
3.3. El nacimiento de los gráficos 3D	14
3.4. La computarización en la televisión y el cine de imagen real	16
3.5. La llegada del CGI a la animación en los estudios.....	18
3.5.1. El uso del 2D/3D.....	21
3.5.2. Mimetización del movimiento	23
3.5.2.1. Rotoscopia	23
3.5.2.2. Control de marionetas digitales	23
3.5.2.3. Motion Capture.....	25
3.5.3. El nuevo lenguaje se hace fuerte.....	27
4. ¿Cómo se consigue imitar el 2D con el 3D?.....	29
4.1. Los doce principios de la animación	29
4.2. La renderización no fotorrealista (NPR)	31
4.2.1. Pintar por números.....	31
4.2.2. Boceto de ordenador	32
4.2.3. Acuarela generada por ordenador	32
4.2.4. Renderizado pictórico para animación.....	33
4.2.5. Renderizado pictórico con pinceladas curvas de distintos tamaños.....	34
4.2.6. Tramado en tiempo real	34
4.2.7. Estilo de dibujos animados	35
5. Análisis de Spider-Man: Un nuevo universo (2018)	36
5.1. Desarrollo de la película.....	37
5.1.1. La influencia del cómic y del arte.....	41
5.1.1.1. El primer superhéroe y el salvador ejemplar: Peter Parker del universo de Miles	42
5.1.1.2. Las bases del género Noir: Peter Parker (Noir) I.....	44
5.1.1.3. La heroína que rompe en el universo de superhombres: Gwen Stacy	44
5.1.1.4. La parodia de los superhéroes. Superanimales antropomórficos superlocos: Spider-Ham.....	46

5.1.1.5.	La vida privada de un superhéroe y sus problemas personales: Peter B. Parker ...	48
5.1.1.6.	El género oscuro: Peter Parker (Noir) II.....	49
5.1.1.7.	Cyberpunk, mechas, las distintas caras del shojo: Peni Parker y SP//dr.....	50
5.1.1.8.	Manifestaciones artísticas populares. Del museo a la calle: Miles Morales	53
6.	Mi turno. Memoria trabajo práctico	56
6.1.1.	¿Qué realizar? Ideas.....	57
6.1.2.	Arte conceptual: AkA la protagonista.....	57
6.1.3.	Arte conceptual: escenario.....	59
6.1.4.	Storyboard.....	60
6.2.	Producción	63
6.2.1.	Añadiendo la tercera dimensión.....	63
6.2.1.1.	Esculpido de personaje y retopología	64
6.2.1.2.	Retopología.....	65
6.2.2.	Creación de escenario	68
6.2.3.	Diseño de cartelas	70
6.3.	Postproducción.....	70
7.	Conclusión	74
8.	Bibliografía.....	77

2. Introducción

2.1. Prólogo

El CGI —o imágenes generadas por ordenador por su correspondencia a las siglas *Computer Generated Imagery*—, es un recurso empleado en diferentes medios como la cinematografía, series de televisión, videojuegos y simuladores, anuncios, videoclips, proyectos arquitectónicos o piezas artísticas. Sin embargo, hasta poder ser utilizados de la manera en la que los usamos hoy, los ordenadores han pasado por un gran proceso de desarrollo desde su aparición como un proyecto militar, los cuales ni siquiera contaban con la posibilidad de visionar imágenes.

Desde aquellos tiempos hasta nuestros días, han participado en su desarrollo científicos, informáticos, artistas, y empresas que supieron ver más allá de los usos para los que la máquina se había diseñado, haciendo que hoy sea una herramienta imprescindible en muchos aspectos de nuestra vida.

Su versatilidad y coste relativamente bajo —alto en cuanto a pago de licencias y en casos concretos por la investigación principal, pero bajo en su uso práctico y reaprovechamiento de los elementos generados tanto en la misma como en producciones anteriores—, han causado el abandono de distintas prácticas pertenecientes al cine y series de televisión, como son el diseño y elaboración de *atrezzos*, el maquillaje de caracterización, e incluso la contratación de múltiples actores para las escenas de relleno o la filmación de escenas peligrosas. Pero el intrusismo de las nuevas tecnologías no se detiene aquí; y es que, ahora que han dominado el ámbito de la creación de imágenes fotorrealistas, se ha comenzado a observar una tendencia por realizar imagería mucho más estilizada, abstracta y artística. Incluso en ocasiones es casi imposible apreciar si las imágenes resultantes fueron realizadas por ordenador o sin él.

Disney dejaría claro el futuro de la animación cuando anunció su abandono del 2D para cine en 2011, para un año más tarde crear el corto de *Paperman* (John Kahrs). En él se observaba que, aunque los elementos se realizaron en 3D, gracias a una animación y renderizado concretos, pudo hacerlos pasar perfectamente como si hubieran sido realizados de la forma tradicional de la compañía. Desde entonces, estudios estadounidenses, europeos y japoneses han mostrado un gran interés por esta metodología de realizar contenido audiovisual en tres dimensiones que escapan de su aspecto estándar.

Una de las más recientes muestras donde hemos podido observar el potencial de esta técnica ha sido en la película de *Spider-Man: Un nuevo universo* (2018), por Sony Imageworks y Sony

Animation, en la que sus creadores cuidaron hasta el más mínimo *frame* para que al pulsar el botón de pausa pareciera que estuviéramos observando una pieza de ilustración.

Ante este nuevo escenario, surgen varias cuestiones. ¿Es viable este medio? ¿Cómo ha evolucionado la tecnología para conseguir imitar con gran éxito las características de las proyecciones planas? ¿Se trata sólo de un estilismo que puede convivir con la realización de producciones en 2D, o por el contrario está destinado a ser otro de los sectores que acaben en el abandono de su práctica? ¿Cuál es la metodología empleada en *Spider-Man: Un nuevo universo* para conseguir estos resultados?

2.2. Objetivos

De forma general, esta tesina está planteada con dos objetivos principales:

- El primer objetivo explora desde lo más general a lo más concreto con respecto al CGI y los renderizados de carácter artístico. Para ello, se realiza una investigación sobre la historia del CGI, y una exploración en los procesos realizados para que modelos tridimensionales aparenten ser 2D. Por último, se analizan las influencias y metodologías seguidas por los creadores de *Spider-Man: Un nuevo universo* durante la creación de la película.
- Con la información adquirida en el bloque anterior, se realiza un trabajo práctico que encaja con este tipo de piezas audiovisuales.

2.2.1. Objetivos secundarios

En el proceso de creación de este trabajo, se encuentran unos objetivos secundarios.

- Mostrar el potencial que surge de la fusión entre ciencia y arte.
- Determinar la dirección a la que se dirige la animación.
- Aprender sobre la realización de producciones realizadas en 3D; lo que incluye el modelado, la animación y el renderizado.
- Observar las influencias que participan sobre esta clase de producciones.

2.3. Metodología

En el primer bloque encontramos un apartado dedicado al CGI que dirige desde unos principios generales hasta otros más concretos, que ayudarán a comprender los procesos por los que se someten los modelos tridimensionales para aparentar tratarse de piezas en 2D. Este grupo se divide en tres grandes bloques:

- El primero, el punto **3. Historia del CGI**, realiza un seguimiento histórico sobre el surgimiento y la evolución de las imágenes generadas por ordenador. Para tratar el tema con mayor precisión, el bloque se divide en varias partes que tratarán de hablar sobre los hitos más importantes de cada rama y época.
- El segundo bloque, **4. ¿Cómo se consigue imitar el 2D con el 3D?**, observa las técnicas que se han descubierto en los entornos de producción 3D para que aparente haber sido realizado como una imagen en 2D. Para ello, en **4.1. Los doce principios de la animación**, se recogen las bases con las que los animadores del mundo tradicional de la animación desarrollaron y emplean en la actualidad, de modo que se tengan en cuenta para adoptar estas posturas cuando trabajemos en las animaciones 3D. Por otra parte, en **4.2. La renderización no fotorrealista (NPR)**, se habla sobre los distintos métodos de renderización en los que programadores y artistas han trabajado para dar a las imágenes representadas un aspecto más artístico.
- La última parte de este bloque analiza las influencias artísticas y los aspectos técnicos en *Spider-Man: Un nuevo universo* en **5. Análisis de Spider-Man: Un nuevo universo (2018)**.

Con todo lo observado en los puntos anteriores, los conocimientos obtenidos se han empleado para diseñar y realizar mi propia pieza animada. El proceso de esta pieza queda recogido en **6. Mi turno. Memoria trabajo práctico**.

3. Historia del CGI

«El arte reta a la tecnología y la tecnología inspira al arte. Los artistas técnicos proceden de las escuelas de diseño gráfico, donde aprenden escultura, dibujo y pintura, mientras que los artistas tradicionales cada vez más se dedican a aprender tecnología. Y, cuanto mayor sea esta polinización cruzada, más lograremos ampliar las fronteras de este medio.»

John Lasseter en la Clase Magistral de PIXAR Animation, Festival de Cine de Londres, National Film Theatre, noviembre de 2001 (Wells, 2009, pág. 9)

Las imágenes generadas digitalmente comenzaron a realizarse mucho tiempo después de la invención de los primeros ordenadores. Éstos fueron ideados a lo largo de los años cuarenta por Alan Turing al terminar la Segunda Guerra Mundial, con el objetivo principal de descifrar códigos para prevenir la comunicación cifrada entre los países fascistas. No obstante, se le incluyeron otras funciones como realizar cálculos algebraicos, manejar archivos y jugar al ajedrez.

Durante mucho tiempo, se tuvo el concepto de que un ordenador era una máquina colosal que ocupaba habitaciones completas sin siquiera contar con un monitor. Esto, unido a su precio desorbitado y la necesidad de conocer el lenguaje con el que comunicarse con él, hacía que su uso fuera algo muy exclusivo. Afortunadamente, la colaboración entre científicos, ingenieros y artistas cambiaría el curso de los ordenadores.

3.1. El arte predecesor a los ordenadores

Podría decirse que los primeros que hallaron nuevos usos para la maquinaria militar fueron los artistas, quienes ya habían explorado las posibilidades que les ofrecieron los aparatos predecesores a los ordenadores.

La búsqueda por interpretar el movimiento ya había comenzado desde los hombres de las cavernas, quienes dibujaron animales con múltiples patas, llegando hasta los artistas de las vanguardias del siglo XX cuya meta estaba en crear un arte que se moviera *de verdad*. Esta ilusión se alcanzó con la invención del cinematógrafo por los hermanos Lumière, donde artistas como George Méliès, Edwin Porter y David Griffith consiguieron crear el concepto de cine; se

consiguió, además, el desarrollo de las películas de animación con *Gertie the Dinosaur* en 1906 por Winsor McCay. En Italia surgía en 1909 la vanguardia del Futurismo de la mano de Filippo Tomasso Marinetti, en la que afirmaba en el diario *Le Figaro* con el *Manifiesto futurista* que se basaban en la admiración por las distintas formas del movimiento —tiempo, fuerza, velocidad, energía...—, las máquinas, los automóviles, y la agresividad.

Los artistas de todo el mundo continuaron la búsqueda de nuevos medios con los que desarrollar un arte cinético. Entre ellos, el pintor y animador Oskar Fischinger (1900-1967). Su obra la realizó en Estados Unidos debido a que era considerado un artista degenerado¹ en su país natal, Alemania.



Figura 1: *An Optical Poem* (Oskar Fischinger, 1938). Las formas geométricas aparecen de forma rítmica como representación visual de lo que la música transmite al artista.
Fotograma obtenido de <http://www.archive.org/>

A pesar de que nunca tocó un ordenador, se le considera uno de los antecesores de la animación digital debido a que sus animaciones son la clara base de la estética de los *motion graphics*: las geometrías que danzan por la pantalla al son de la música (**Figura 1**).

Como ocurrió con Fischinger, el levantamiento al poder de los movimientos fascistas y el inicio de la Segunda Guerra Mundial obligó a los artistas de Europa a emigrar al continente americano. Bajo este contexto, primero en Estados Unidos y luego en Canadá, se encontraba la figura del escocés Norman McLaren (1914-1987), el que se considera uno de los grandes precursores del cine de animación experimental por sus investigaciones con el medio. Dentro de sus técnicas, entraba el raspar la banda sonora de la película de 35mm para que creara pitidos o pintar directamente sobre el celuloide. Además, creó unos de los primeros filmes de percepción

¹ El arte degenerado fue una designación al arte de las vanguardias durante el periodo de la Alemania nazi (1933-1945). Estas piezas estaban prohibidas y su producción estaba sancionada desde despidos en el sector educativo hasta la prohibición de ejercer como artista.

tridimensional con *Now Is the Time* (1951) y *Around Is Around* (1953) mediante el uso de gafas estereoscópicas.

Al terminar la Segunda Guerra Mundial, los artilugios creados para apoyar al ejército llenaron las tiendas de segunda mano y los vertederos de Estados Unidos. Entre los cascos de combate y máscaras de gas, podían encontrarse aparatos electrónicos como los osciloscopios. Estos instrumentos de medida de señal lanzaban rayos de luz que artistas como Hy Hirsch (1911-1961) explotaron. Su obra define al artista como el precursor de la música visual. En ella prima la experimentación tanto con el osciloscopio, como con la pintura y el uso de imágenes grabadas. Como Fischinger, realizó películas estereoscópicas, lanzando la misma película con dos proyectores desplazados ligeramente para que la imagen causara la sensación de tridimensionalidad mediante el uso de unas gafas anaglíficas². Una de estas obras estereoscópicas fue *Eneri* (1953), cuyas imágenes rítmicas, daban la sensación de ser las luces que aparecen tras frotarse los ojos. Se especula que esta pieza iba dedicada a una de sus antiguas parejas, debido a que *Eneri* es Irene al revés.

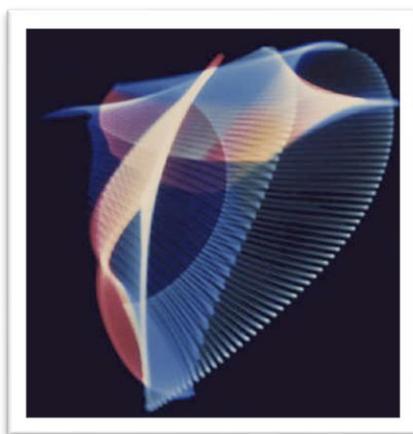


Figura 2: *Oscillon* (Ben F. Laposky, 1953). Las imágenes creadas por Laposky casi parecen haber sido realizadas por algoritmos mediante un ordenador. Imagen obtenida de <http://dada.compart-bremen.de/>

Tras volver de la guerra, el pintor Benjamin Francis Laposky (1914-2000) se interesó por las matemáticas y el arte abstracto. En la década de los cincuenta compró un osciloscopio que combinó con otros aparatos electrónicos y realizó dibujos abstractos de luz a los que él llamaba «*composiciones eléctricas*». A las vibraciones eléctricas que se mostraban en el osciloscopio las llamaría *Oscillons* (**Figura 2**) en su tesis *Abstracciones electrónicas* (1953). A pesar de que sus trabajos se crearon de manera analógica, se le considera el padre de las imágenes generadas por ordenador debido a las similitudes que la máquina de Laposky comparte con los ordenadores.

² Estas gafas siguen utilizándose en la actualidad y son las que conocemos coloquialmente como «gafas 3D». Tienen como singularidad que cada lente tenga un color complementario al de la otra lente.

Stan VanDerBeek (1927-1984) es reconocido como uno de los iconos más influyentes del cine *underground*³. Mientras que por el día trabajaba para la CBS en un programa para niños, por la noche se colaba en los estudios para realizar su propia obra. Allí aplicaba las influencias del Dada de Max Ernst, experimentando con la animación en *videocollage*, *cutouts* y pinturas de un solo *frame*. Además, fue uno de los pioneros en el empleo de los gráficos por ordenador. Por desgracia, sus infiltraciones al estudio le costaron su empleo. Exploró la producción de arte incluso con máquinas de fax. A VanDerBeek le fascinaba la tecnología de su tiempo, defendiendo siempre la idea de que el arte y la tecnología debían fusionarse. Cabe destacar, además, que su trabajo *Symmetrics* (1972) se realizaría con uno de los primeros conceptos de tableta y lápiz digitales, probando que esa unión de arte y tecnología era posible. Sus trabajos posteriormente servirían como una fuerte inspiración para el estilismo gráfico de los Monty Python.

Aunque con los osciloscopios se podían generar imágenes muy interesantes, no podían realizar mucho más de lo que ya estaba hecho. Las formas tridimensionales llegarían junto a los píxeles.

3.2. Nace el nuevo arte digital

«El arte por ordenador, quizá o precisamente porque se encuentra en sus inicios, es algo más que una moda. Es posible incluso que sea determinante para el arte del próximo milenio».

Herbert W. Franke en 1971 para *Computergrafik, Computerkunst* (Lieser, 2009, pág. 26), la primera revista sobre arte digital.

Comenzando 1960, científicos, ingenieros y curiosos en las universidades —aquellos que podían permitirse estar cerca de un ordenador— comenzaron a crear gráficos digitales como una mera experimentación de lo que podía ofrecerles el medio. Estas pequeñas pruebas darían forma a lo que hoy conocemos como arte digital⁴.

³ El cine *underground* es una vanguardia cinematográfica que trata de oponerse directamente al cine de Hollywood.

⁴ El arte digital se caracteriza por agrupar las manifestaciones artísticas realizadas con ordenador, lo que hace que puedan ser descritas como una serie electrónica de ceros y unos. Sin embargo, existe una frontera muy imprecisa que no permite que todas las representaciones digitales puedan considerarse como tal. Por ejemplo, una foto escaneada no puede considerarse arte digital, pero una imagen tomada desde Nueva York, y que segundos más tarde pueda verse en Berlín gracias a una webcam, sí puede formar parte de este arte. Es decir, cuando se utilizan las posibilidades del ordenador o de internet para obtener un resultado que no se conseguiría mediante otros medios, entonces se trata de arte digital. (Lieser, 2009, págs. 11, 13)

Destacado por haber participado en la película de *Vértigo* (Alfred Hitchcock, 1958) al ser contratado por Saul Bass, John Whitney (1917-1995) comenzaba su carrera realizando películas abstractas junto a su hermano James. A finales de la década de los 50, y con la intención de continuar creando imágenes abstractas, John construye una especie de PC compuesto por un dispositivo analógico —diseñado originalmente para localizar y sincronizar ataques hacia los aviones enemigos durante la guerra— y una cámara de animación. En *Vértigo* se observarían las primeras imágenes similares a ser realizadas en un ordenador aparecidos en una película comercial. En 1961, John formaría su propia empresa: Motion Graphics. Recopiló todos sus trabajos en una película llamada *Catalog* (1961) —a modo de *Demo Reel*— con la que consiguió trabajar para IBM.

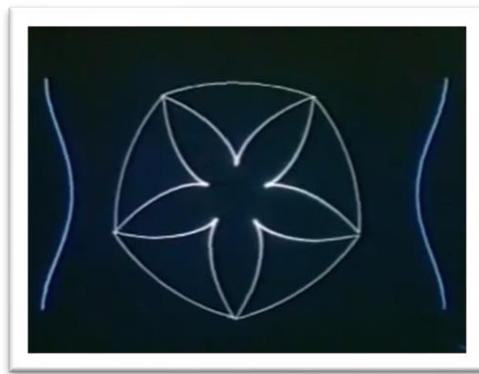


Figura 3: *Arabesque* (John Whitney, 1975). La pieza muestra una serie de imágenes de similitud calidoscópicas que se general al ritmo de música de procedencia árabe. Fotograma obtenido de digitalartarchive.siggraph.org/

El primer director técnico de la historia aparecería aquí. Al programador Jack Citron se le encomendó la tarea de asistir a Whitney en cualquier problema con el IBM 360 que le asignaron o con el programa que Citron le escribió: GRAF (Graphic Additions to Fortran). Durante este periodo, Whitney realizó la que muchos consideran su obra magna, *Arabesque* (**Figura 3**), una disposición de patrones geométricos de similitud árabe.

Hiroshi Kawano (1925-2012), un filósofo japonés, sería el primer artista que realizaría sus obras por medio de un ordenador desde 1964. Su obra se caracteriza por ser una especie de «Mondrian digitalizado». En sus piezas eran características sus composiciones de cuadrados grandes y colores planos, como se aprecia en *Simulated Color Mosaic* (**Figura 4**). Su trabajo siguió la filosofía de «*utilizar los ordenadores para programar la belleza*» (Kawano, 1975). Para él un artista digital «*debe saber programar para enseñar a su ordenador a producir trabajos por sí*

mismo (...) Por esto, el artista no debería llamarse a sí mismo artista, si no un científico del arte»
(Kawano, 1975).



Figura 4: *Simulated Color Mosaic* (Hiroshi Kawano, 1969). Mediante sus piezas realizadas por operaciones matemáticas, Kawano realiza obras que podrían haber sido hechas por el mismo Piet Mondrian. Fotografía obtenida de <http://spalterdigital.com/>

Al artista Charles Csuri (1922-actualidad) le corresponde el título de pionero de la animación digital por *Hummingbird* (1967), pieza en la que se observan cómo se está dibujando un colibrí y, una vez realizado, las líneas que lo construyen se esparcen a lo largo de la pantalla. Se realiza gracias a una nueva técnica, el *morphing*⁵. En ese año también se le galardonaría con el primer premio dentro del *concurso de arte por ordenador* de la revista *Computers and Automation* por su pieza *Sine Curved Man*. Además, realizó algunas de las primeras esculturas por ordenador. Hoy en día Csuri sigue impartiendo clases como profesor emérito de la Universidad Estatal de Ohio, cuya filosofía guía a sus alumnos a realizar con el ordenador gráficos que no podrían realizarse de manera ordinaria.

Peter Foldes (1924-1977), húngaro que vivió en Reino Unido, Estados Unidos, Francia y finalmente en Canadá, continuó en este último país con las investigaciones sobre el *morphing*. Con esta técnica realizó *Hunger/La Faim* (1974), un cortometraje que trata sobre un hombre y su adicción a la comida. Con él, consiguió la primera nominación a un Óscar por algo realizado en un ordenador, lo que hizo que fuera duramente criticado por los animadores tradicionales de la época. Foldes defendió: «(...) *en la Edad Media, las piedras se desenterraban, limpiaban, pulverizaban y mezclaban con pegamento para hacer pintura. ¿Por ello alguien afirmaría que los pintores del Impresionismo eran malos pintores? Ellos compraban sus colores en tubos, sus pinceles...de la misma forma que yo no he hecho el ordenador, ni he escrito el programa. Lo*

⁵ El *morphing* es una técnica que requiere el uso de un ordenador y que transforma una imagen en otra.

único que hago son películas. No es la máquina quien crea las cosas, ella hace lo que yo le diga» (Sito, 2015, pág. 33).

En cuanto a pioneros en el campo de las películas tridimensionales, encontraremos al ingeniero y artista Michael Noll (1939-actualidad). Durante su trabajo en los Laboratorios Bell Telephone, realizó una investigación que duró casi quince años sobre las infografías tridimensionales, la animación de éstas y la comunicación entre hombre y máquina, y fue otro de los pioneros en realizar películas estereoscópicas. *Computer-Generated Ballet* (**Figura 5**) sería la primera animación de una figura humana —aunque realizadas con palitos— mediante 3D estereográfico.

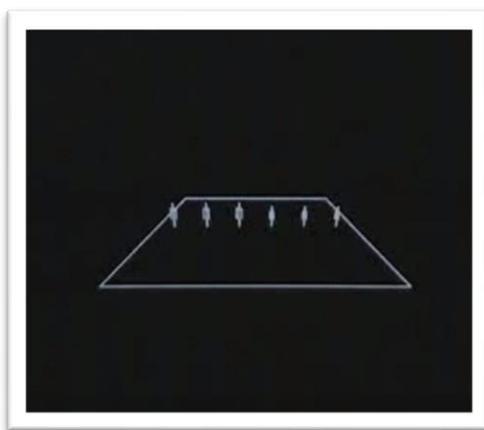


Figura 5: *Computer-Generated Ballet* (Michael Noll, 1965). Muestra los primeros *stick-figures* animados en 3D. Fotograma obtenido de digitalartarchive.siggraph.org/

3.3. El nacimiento de los gráficos 3D

El nacimiento de los gráficos por ordenador fue posible gracias a «una filosofía por compartir de manera abierta, descentralizada, y con el fin de poner las manos en la máquina bajo cualquier coste para mejorar tanto la máquina como el mundo», según el escritor y periodista Steven Levy (Sito, 2015, pág. 90). Lo que era cierto es que un ordenador en esos tiempos era algo tan sumamente costoso que la verdadera fortuna era poder ver uno de cerca.

Durante la Guerra Fría, después del malgasto de fondos militares durante la Segunda Guerra Mundial al fabricar prototipos que no iban a ningún lado —como tanques que nadaran—, se planteó la posibilidad de simular los problemas del ejército virtualmente antes de realizar los prototipos. A William Fetter (1928-2002), diseñador gráfico, se le acuña el término «gráficos por ordenador» debido a que ésta era la manera en que describía su trabajo en Boeing Aircraft Co. Creó dibujos tridimensionales mucho más complejos de lo que se había visto antes, habiendo

modelado una persona realista junto a la visión limitada de un piloto dirigiendo un avión. Había nacido la simulación de vuelo, el precursor a los videojuegos.

Yoichiro Kawaguchi (1952-actualidad) es uno de los artistas japoneses con más relevancia en el arte digital tanto de Japón como de todo el mundo. Fue el primero que animó en 3D imágenes completamente basadas en algoritmos y matemáticas. Su trabajo se fundamenta en el uso saturado del color, con animaciones tridimensionales orgánicas y abstractas de aspecto líquido, imágenes fractales y formas espirales similares a tentáculos, como se puede observar en *Crystal City* (Figura 6).

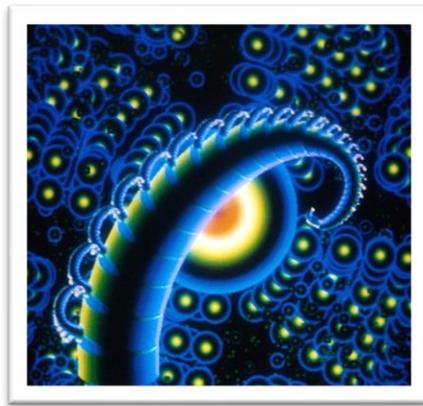


Figura 6: *Crystal City* (Yoichiro Kawaguchi, 1982). La obra de Kawaguchi está muy influenciada por los elementos del escenario marino. Imagen obtenida de digitalartarchive.siggraph.org/

En 1972, el estudiante Ed Catmull realizó, mediante un molde de escayola, una réplica de su propia mano. En ella dibujó polígonos y triángulos como si de una especie de *puzzle* tridimensional se tratara, los cuales le sirvieron como referencia para realizar su mano de manera tridimensional. Con este modelo realizó su película como trabajo final de grado: *A Computer Animated Hand* (1972). Los dedos de la mano no solo se movían, también se movía la cámara. Trabajó con curvas para que la superficie del modelo pudiera verse más pulida, y creó un algoritmo que evitaba que las caras ocultas de detrás del modelo pudieran verse.

Unos pocos años después, en 1975, Martin Newell modela su propia tetera para mostrar sus ideas en cuanto a sombreados y texturas sobre la superficie tridimensional. La forma de la tetera era perfecta debido a que contenía zonas curvas, zonas afiladas, y una forma reconocida en cualquier parte. Tan buena fue la idea, que durante los siguientes 20 años se seguía utilizando la tetera sobre la que se le ponía superficie de ladrillos, pelo, espejo o lo que se antojara, como una especie de chiste interno dentro de la comunidad 3D.

A partir de los años 80 se hizo evidente que las nuevas tecnologías no eran ni algo pasajero, ni ajeno a aquellos artistas que no se conformaban con los medios tradicionales. La emisión de los documentales espaciales *Cosmos* (1980) por todo el mundo permitió al espectador de cualquier clase social observar imágenes tridimensionales de calidad. Esto, junto al *boom* que causaron los videojuegos de la década, causó el surgimiento de nuevos interesados en la materia. Los departamentos de arte de las universidades comenzaron a impartir clases sobre CGI dentro de un programa de estudios de animación experimental.

3.4. La computarización en la televisión y el cine de imagen real

Durante la primera década del siglo XX, George Méliès sería el pionero en apreciar las posibilidades del cinematógrafo, y el padre de los efectos especiales. No solo descubrió el efecto de teletransporte —que conseguía al grabar, parar la cámara, mover al actor, y volver a activar la cámara—, también descubrió el *fade* de una escena a otra, e inventó el *mate*. Componiendo la escena de forma correcta, podía conseguir que una persona pudiera tener el tamaño de un juguete en pantalla, exponiendo dos o más veces sobre el celuloide.

Aunque la gente se cansó de los trucos de Méliès —haciendo que cayese en el olvido—, sus aportes cambiaron el cine para siempre. Años posteriores los espectadores verían cosas imposibles como un gorila enorme sobre los edificios de Nueva York (*King Kong*, 1933) o cómo un tornado se llevaba la casa de Dorothy (*El mago de Oz*, 1939).



Figura 7: *Mundo futuro* (Richard T. Heffron, 1976). Planos que muestra la pieza de Ed Catmull. Fotograma obtenido de la película. © MGM.

Los primeros efectos especiales realizados por ordenador aparecerían en *Almas de metal* (Michael Crichton, 1973) mediante una técnica realizada en 2D, una especie de pixelación que simulaba la vista del robot asesino. Casualmente, las primeras imágenes que aparecerían en 3D se encontrarían en su secuela: *Mundo futuro* (Richard T. Heffron, 1976), donde aparecía *A Computer Animated Hand* (**Figura 7**), la mano que realizó Ed Catmull en 1972. Además, aparecería la cara que realizó el compañero de clase de Catmull, Frederic Parke, con *Computer Generated Animation Faces* (1976), la cual era la primera cara humana en tres dimensiones.

Pero estas imágenes no interactuaban con los personajes. Aparecían tras una pantalla, como un video reproduciéndose sin más. Fue con *Tron* (Steven Lisberger, 1982) cuando se consiguió alcanzar la idea de que el 3D llegara a interactuar con el resto de los elementos de la película. Esto se mostró con 15 minutos de metraje llenos de efectos digitales, destacando sus naves, motos y espacios virtuales, así como los rayos de luz y elementos geométricos. Aunque el medio que más predominaba en la película era el *matte painting*.

Curiosamente, las primeras películas que incorporaron imágenes tridimensionales resultaron ser un fracaso en taquilla. Esto ocurrió tanto con *Tron*, como con *Starfighter: La aventura comienza* (Nick Castle, 1984) —fondos, naves y efectos especiales—, con *El secreto de la pirámide* (Barry Levinson, 1985) —cuyo caballero medieval resultaría ser el primer personaje fotorrealista animado para el cine—, y en *Dentro del laberinto* (Jim Henson, 1986) —el primer búho y animal fotorrealista animado—. Al final de la década de los ochenta, las compañías líderes en producir efectos digitales cerraron sus puertas. La que más suerte tuvo, ILM, tuvo que vender la división que había participado en *El secreto de la pirámide* a Steve Jobs. Hoy ese departamento es Pixar.

El escenario comenzó a cambiar con las películas de James Cameron. Primero con la criatura acuática de *Abyss* (1989) —por el que se le galardonó con el Óscar a los mejores efectos especiales—; y después con *Terminator II: El juicio final* (1991), cuyos efectos consiguieron que el ciborg compuesto por metales líquidos pudiera transformarse morfológicamente y traspasar objetos. La parte menos favorable es que la tecnología aún no había avanzado lo suficiente como para que resultara un medio viable, ya que para crear 3 minutos y medio de metraje se tardaron 8 meses.

Sin embargo, esto no detuvo a los cineastas de los noventa. A este éxito se sumaron los 6 minutos realizados por ordenador de *Parque Jurásico* (Steven Spielberg, 1993) y el empleo magistral de las técnicas digitales por medio del *morphing*, la rotoscopia, el empleo de imágenes de archivo y la edición por ordenador en *Forrest Gump* (Robert Zemeckis, 1994).

3.5. La llegada del CGI a la animación en los estudios

El principio del siglo XX coincide con el nacimiento de la animación, un hallazgo que se consiguió tras los tiempos antiguos en el que los hombres pintaban en sus cuevas imágenes de bisontes y jabalíes de ocho patas en las cuevas de Altamira y Lascaux; las vasijas griegas con distintas poses de soldados corriendo que al girarlas parecían moverse; hasta las invenciones de la linterna mágica en 1646, seguido del descubrimiento de la persistencia retiniana⁶ en el siglo XIX, teoría de la que surgirían los artilugios y juguetes como el taumatropo, el fenaquistiscopio, el zootropo... Hasta la invención del cinematógrafo. Unido con el folioscopio⁷, dieron lugar a la animación tradicional que empleaban las grandes producciones como Disney.

Hasta 1974, ninguno de los estudios más reseñables dedicados a la animación había realizado nada por ordenador de forma seria. Esta meta se alcanzó cuando Alexander Schure, fundador del Instituto de Tecnología de Nueva York, formó el Computer Graphics Lab —o CGL— convencido de que estaba descubriendo una nueva forma de hacer arte. Reunió a cuatro informáticos —entre los que se encontraban el ya mencionado Ed Catmull y Alvy Ray Smith— con la idea de producir el primer corto hecho completamente por ordenador.

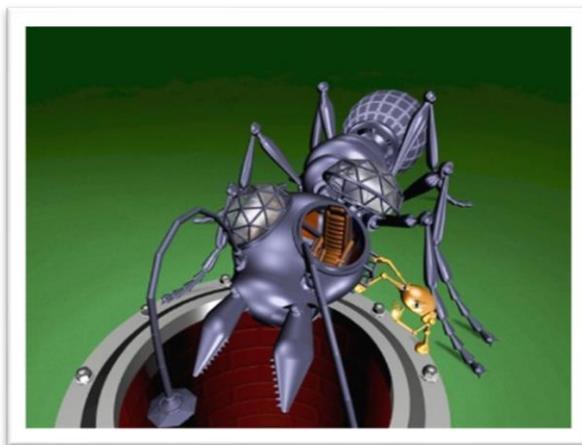


Figura 8: *The Works* (Alexander Schure, abandonado en 1986) podría haber sido el primer largometraje tridimensional. Fotograma obtenido de <http://cs.cmu.edu/> © CGL.

⁶ La persistencia retiniana es un principio conocido en los tiempos clásicos redescubierto por Peter Mark Roget. Establece que el ojo humano retiene las imágenes durante una fracción de segundo después de que el sujeto deje de tenerlas delante. Esto explica por qué el cine, que son muchas imágenes estáticas, nos da la sensación de movimiento.

⁷ El folioscopio es, básicamente, una libreta en la que en cada página impar se le dibuja un frame de la animación y, pasando las páginas muy rápido, se observa la animación.

Schure contaba con el dinero suficiente como para invertir constantemente en el equipo del CGL durante 5 años. Por ejemplo, llegó a pagar 50.000 dólares por cada buffer para conseguir 8 bits en cada canal de color. Entre los logros del equipo de Schure, se encuentran construir el primer ordenador RGB con 24 bits, crear el primer sistema de automatización entre *keyframes*, el primer editor de video, el primer escáner para realizar animaciones en 2D... mientras que su máximo fracaso estuvo en el hecho de que no sabían realizar películas, abandonando el intento de largometraje de animación tridimensional *The Works* (**Figura 8**).

Para subsistir, tuvieron que realizar títulos de apertura, anuncios, promociones de deporte y logos. Decepcionado por esta clase de trabajos, el equipo de Schure fue abandonando a lo largo de 1979 el Computer Graphics Lab para unirse a The Graphics Group en ILM, la división que George Lucas después vendería a Steve Jobs. Schure, enfermando de Alzheimer, nunca llegaría a ver el tan buscado primer largometraje de animación por ordenador: *Toy Story* (John Lasseter, 1995), realizada por aquellos que participaron aquellos que un día estaban en su equipo.

Mientras tanto en Disney, John Lasseter quedó fascinado por el uso del CGI que sus compañeros habían realizado en *Tron* (1982), luchando por cambiar el rechazo que los animadores tradicionales sentían por las técnicas realizadas por ordenador.

Emprendió un proyecto junto al animador Glen Keane para unir la animación digital con la tradicional. Utilizando los derechos del libro *Donde viven los monstruos* de Maurice Sendak, crearon una prueba de 30 segundos en el que el niño Max y su perro —animados tradicionalmente por Keane— corrían por la habitación, el pasillo y las escaleras de la casa —creados en 3D por Lasseter— (**Figura 9**). Lamentablemente, el fracaso de *Tron* hizo que su proyecto perdiera la confianza de los directivos de Disney.



Figura 9: *Where The Wild Things Are* (John Lasseter, 1983) fue uno de los tests más anticipados de la unión del 2D con el 3D. Fotograma obtenido del cortometraje, encontrado en archive.org/ © Disney

John Lasseter fue despedido y comenzó a trabajar en ILM junto a Ed Catmull y Alvy Ray Smith. Realizaron *The Adventures of André and Wally B.* (Alvy Ray Smith, 1984), donde en 3D se presentan una abeja y un personaje muy estilizados. Unos años más tarde, después de la venta de The Graphics Group a Steve Jobs, pasaron a llamarse Pixar y mostraron en el SIGGRAPH⁸ de 1986 el corto de *Luxo Jr.* (John Lasseter, 1986): un flexo con la personalidad de un niño que anima a su padre a jugar a la pelota con él. El mérito de éste y los cortometrajes posteriores es que, mediante sus experimentaciones con el medio, abrieron las puertas a los largometrajes completamente en 3D.

De vuelta a Disney, a lo largo de la década de los ochenta, el escenario cambiaría completamente. Las tecnologías fueron conquistando el espacio de trabajo poco a poco, ocupando las tareas que los animadores más odiaban realizar. Primero, los ordenadores comenzaron a ayudar a organizar el proceso de trabajo. Después, para evitar el largo proceso de testeado en el que se tenía que fotografiar cada dibujo y esperar un plazo de veinticuatro horas para comprobar la animación, se substituyó con pequeñas cámaras digitales que permitían ver el proceso *in situ*. Luego, quitaron el pesado trabajo de dibujar vehículos, fondos geométricos o logos corporativos. Por ejemplo, para evitar dibujar estos elementos, fotografiaban juguetes en alto contraste y los imprimían de nuevo para pintarlos de forma que encajaran con el estilo del 2D. Este método se empleó con la calabaza del coche de la Cenicienta, el barco del príncipe Eric, o el coche de Cruella de Vil (Sito, 2015, pág. 225).

La película *Taron y el caldero mágico* (Richard Rich y Ted Berman, 1985) cambiaría para siempre el modo de realizar este proceso. Necesitaban representar en ciertos planos la profundidad de campo, que anteriormente conseguían realizar mediante la cámara multiplano⁹. Sin embargo, nadie recordaba cómo se utilizaba —la última vez que se utilizó fue desde *La dama y el vagabundo* en 1955—. Buscaron la solución probando lo que el ordenador podía ofrecerles, y escribieron un código que simulaba el efecto de desenfoco. Además, se crearon digitalmente elementos simples como el caldero, un barco, un amuleto mágico, fuego, nubes, piedras, ambientación... A pesar de la inversión, fue otro fracaso más para las películas que experimentaron con la tecnología, poniendo casi en bancarrota al estudio. Al año siguiente volvieron a intentarlo con *Basil, el ratón super detective* (Ron Clements, Burny Mattinson, Dave

⁸ SIGGRAPH es uno de los grupos y eventos más importantes en el mundo del CGI, donde en sus conferencias sus participantes muestran las últimas novedades del sector.

⁹ La cámara multiplano consiste en una serie de láminas situadas en diversos planes que se pueden desplazar libremente en vertical y horizontal para que una cámara las capte desde la parte superior de la estructura consiguiendo así un efecto de tridimensionalidad. (VV.AA., Cámara multiplano)

Michener y John Musker, 1986), en la que se recreó el Big Ben desde dentro con un programa de CAD/CAM, el cual serviría de escenario para realizar la lucha final entre Basil y el Dr. Ratigan.

Pixar necesitaba fondos y comenzó a trabajar con Disney. Uno de sus trabajos fue realizar su propio programa de animación 2D interno de Disney: CAPS. Este nuevo sistema reemplazaba el proceso de dibujar en acetatos, para pintarse directamente a ordenador. La primera vez que se utilizó fue en *La Sirenita* (Ron Clements y John Musker, 1990), que cuenta con la peculiaridad de ser tanto la primera película de Disney pintada por ordenador como la última en tradicional, pues, aunque toda la película fue realizada como cualquier otra película anterior, la última escena se realizó íntegramente con CAPS.

3.5.1. *El uso del 2D/3D*

En 1988, Brian Jennings y Bill Kroyer realizan *Technological Threat* (**Figura 10**), un corto animado que muestra de una forma muy simpática cómo los perros empleados en una oficina son sustituidos por robots al mínimo contratiempo observado por su jefe. Aunque al final el perro protagonista logra esquivar todas las trampillas —que representan su despido— y consigue sobreponerse al robot antagonista, la historia habla sobre cómo los artistas de la época comenzaban a sentirse amenazados por la máquina. En el aspecto técnico, mientras que los perros estaban dibujados de forma tradicional, los robots y fondos fueron realizados en un 3D casi inapreciable que casaba perfectamente con el estilo del cortometraje como una muestra perfecta de lo que estaba por llegar. Esto se conoce como animación híbrida.



Figura 10: *Technological Threat* (Bill Kroyer, 1988) une animación 2D y 3D. Fotograma obtenido del corto, encontrado en <http://filmaffinity.com/> © Kroyer Films.

De los discretos elementos que se mostraban en *Taron y el caldero mágico* (Richard Rich y Ted Berman, 1985), a los engranajes del Big Ben en *Basil, el ratón super detective* (Ron Clements,

Burny Mattinson, Dave Michener y John Musker, 1986), en Disney comenzaban a sentirse mucho más seguros con el uso del 3D en sus producciones.

En 1991 realizaron *La Bella y la Bestia* (Gary Trousdale y Kirk Wise, 1991), película que alberga una de las escenas más emblemáticas de todo lo que Disney ha realizado hasta ahora: el baile entre Bella y Bestia, cuyo salón realizado en 3D permitía movimientos de cámara que nunca se habían visto en el mundo de la animación. Al año siguiente, el 3D tomaría la forma de alfombra mágica en la película de *Aladdin* (Ron Clements, John Musker, 1992). El mítico animador Chuck Jones, tras la proyección en el preestreno, preguntó a sus directores «¿a qué equipo de clean-up de Japón habéis cogido para dibujar el patrón de la alfombra?» (Sito, 2015, pág. 233). También la cabeza de tigre de la Cueva de las maravillas utilizó un 3D renderizado como 2D.

Los siguientes avances se encuentran en *El rey león* (Rob Minkoff y Roger Allers, 1994), al emplear el programa Massive para realizar la estampida masiva de ñus; y en *Tarzan* (Kevin Lima y Chris Buck, 1999) donde crean el programa Deep Canvas, que facilitaba el texturizado de los modelos tridimensionales de los árboles de la película haciendo que parecieran pinturas.

También otras productoras se encontraban experimentando en ese tiempo. PDI para los parques de atracciones de Warner realizaría *Marvin the Martian in the Third Dimension* (Douglas McCarthy, 1996) (**Figura 11**), el primer cortometraje en 3D estereoscópico; mientras que con *El gigante de hierro* (Brad Bird, 1999) de Warner Bros. Animation se integraba perfectamente un robot gigantesco tres dimensiones con animación 2D.



Figura 11: Marvin the Martian in the Third Dimension (Douglas McCarthy, 1996). El primer cortometraje en 3D estereoscópico. Fotograma obtenido de <http://www.themeparktourist.com/> © Warner Bros. Pictures.

En 2003 las máquinas no habrían sustituido a las personas, pero aquellos que se quedaron estancados en los métodos tradicionales acabaron en la calle. DreamWorks dejó de trabajar en películas 2D ese mismo año, mientras que Disney cerró en 2004 su estudio en Florida. En 1979 se calculaba que el gremio de animadores de Hollywood se dedicaba en un 55% a la tinta o a la pintura. Al llegar el año 2000, sólo quedaba un 3%. La situación hizo que de 1997 a 2003 varios animadores se suicidaran. (Sito, 2015, pág. 265)

3.5.2. *Mimetización del movimiento*

3.5.2.1. Rotoscopia

Se puede considerar que el antecesor más directo del *motion capture* es la rotoscopia, técnica que todavía sigue empleándose para diversos fines dentro de la animación 2D. Fue inventada por los hermanos Max y Dave Fleischer para «*automatizar la producción de las películas animadas*» (Menache, 2011, pág. 3) mediante una grabación en la que Dave estaba vestido de payaso. Después, esta escena se proyectó sobre una mesa de luz, permitiendo que las imágenes se calcaran fotograma a fotograma, lo que dio como resultado una animación fluida nunca vista hasta entonces. Al payaso lo llamaron Koko y lo emplearon en la serie *Out of the Inkwell* (1918-1929). Su popularización hizo que se empleara sobre otros personajes como *Betty Boop* y *Popeye*. Disney lo utilizaría en 1937 para *Blancanieves y los siete enanitos*.

A pesar de que este proceso permitió a los animadores dar una mayor complejidad a los movimientos, los hermanos Fleischer encontraron dos mayores problemas: primero, notaron que las imágenes no se podían calcar tal cual, sino que aún requería los conocimientos de un animador para controlar la acción, de otro modo quedaría demasiado rígido; por otra parte, las ventas del rotoscopio se complicaron debido a que se tardó un año realizar el primer minuto de animación.

3.5.2.2. Control de marionetas digitales

El control de marionetas digitales —o *digital puppetry*— es el procesado en tiempo real de los movimientos de personajes tridimensionales o bidimensionales, los cuales obtienen por las acciones de una persona. El ejemplo más accesible para cualquier usuario a día de hoy podría tratarse de la Kinect, cámara desarrollada por Microsoft para sus consolas Xbox 360 y Xbox One que, a pesar de no haber gozado de gran popularidad durante su comercialización, es una herramienta muy empleada por los artistas interactivos.

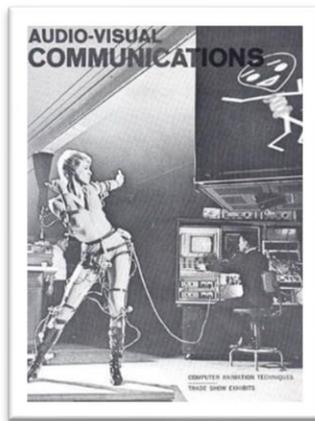


Figura 12: Portada de *Audio-visual Communications* mostrando el sistema ANIMAC. Imagen obtenida de <http://www.scanimate.com/>

Tiene sus inicios en el ordenador híbrido ANIMAC (**Figura 12**). Su creador, Lee Harrison III, al principio lo denominó *The Bone Generator* (El generador de huesos) debido a que creaba segmentos que, dibujados en un orden específico, podían ser animados en tres direcciones dimensionales. Para conseguirlo, empleaba las señales producidas por unos generadores de frecuencias en un arnés junto a dos cámaras: una para analizar el ángulo, la posición y el tamaño de los miembros a animar; y la otra para ayudar a crear la sensación de profundidad mediante el rastreo de la intensidad de la piel del usuario, aclarando u oscureciendo la figura. Además, los labios de los personajes estaban sincronizados con el sonido.

A partir de 1967, el sucesor del ANIMAC sería Scanimate, también desarrollado por Lee Harrison III. Scanimate sustituyó el manejo de parámetros mediante un traje con generadores de frecuencia que utilizaba un gran transistor. Principalmente este aparató se utilizó para animar logotipos, y sirvió como experimentación para realizar personajes animados con un efecto muy similar a lo que hoy conocemos como animación *flash*.

Aunque con este ordenador se había abandonado la idea de mimetizar los movimientos capturados en una persona, en 1988 Jim Henson —creador de *Los teleñecos*, y que ya tenía experiencia con animar personajes de manera digital cuando animó un animatrónico de la Rana Gustavo para *La película de Los Teleñecos* (James Frawley, 1979— exploró junto a PDI la forma de emplear el sistema de Scanimate para poder dirigir una marioneta generada por ordenador en tiempo real utilizando un guante electrónico telemétrico¹⁰. El motivo por el que buscaban obtener al personaje en tiempo real para la grabación —aunque después se corrigiera y renderizara con mejor calidad (véase el siguiente subapartado, **3.5.2.3. Motion Capture**)— estaba en la necesidad de que la

¹⁰ El sistema telemétrico transmite las distancias entre las articulaciones y distintas partes del cuerpo.

actuación resultara espontánea. A este personaje se le llamó Waldo C. Graphic, y apareció en el programa *The Jim Henson Hour* (**Figura 13**) y en la película estereoscópica *Muppet*Vision 3D* (1991). De la misma forma, también se llamó Waldo al guante.



Figura 13: Fotograma de *The Jim Henson Hour* (Jim Henson, 1989) en el que a la derecha se observa el guante con el que se anima al personaje de Waldo. Fotograma obtenido de la cuenta oficial de The Jim Henson Company en <http://www.youtube.com/>
© The Jim Henson Company

En 1993, el primer personaje original de Cartoon Network: Moxy, sería también la primera marioneta digital aparecida en una emisión en directo, siendo además la primera serie de Cartoon Network con animación híbrida, mezclando animación 2D, 3D y un escenario de imagen real creado con cartón.

3.5.2.3. Motion Capture

El *motion capture* consiste en cubrir de sensores a un actor para capturar el movimiento, de forma que sirva como base para la animación de un modelo tridimensional. La diferencia con respecto al *digital puppetry* está en el tiempo de renderizado, ya que como hemos visto en **3.5.2.2. Control de marionetas digitales**, esta técnica se realiza en tiempo real, mientras que en el caso del *motion capture* primero se graban los movimientos para después pasar por un postproceso en el que se mejoran las partes más flojas del movimiento obtenido y se renderiza con una mayor definición. Las primeras acciones humanas grabadas para aplicarlas a un personaje artificial ocurrieron con los animatrónicos de Walt Disney. En 1964 crearon el primer sistema de *keyframes* 3D y un traje que capturaba el movimiento al que llamaron traje Waldo para dar movimiento natural al autómatas de Abraham Lincoln. Anteriormente había sido un concepto desarrollado por los ingenieros de la NASA para manejar objetos peligrosos mediante unas manos mecánicas.



Figura 14 y Figura 15: Comparación entre la robot de *Brilliance* (Robert Abel, 1984) y la actuación de la modelo. Fotogramas obtenidos de Movie Magic (Gary R. Benz, 2000), encontrado en la cuenta de MrTvRetro en <http://www.youtube.com/>

Si retrocedemos unos años a la invención del guante Waldo, daremos con el primer comercial en el que se empleó de la forma más arcaica el *motion capture*: *Brilliance* (Robert Abel, 1984); un *spot* de comida en conserva que se emitió únicamente durante la Super Bowl '84 (**Figura 14**). Para su realización, se concluyó que dieciocho puntos eran suficientes para capturar el movimiento deseado, por lo que pintaron a la actriz que representaría el papel de robot con puntos negros en las articulaciones que les convenían (**Figura 15**). Fue un proceso tedioso ya que no se realizó de forma automática, sino fotograma a fotograma. Para conseguir imitar los movimientos de la actriz, se fotografiaron sus posiciones desde distintos ángulos y se trabajó con ellas de base para calcular la distancia de las articulaciones durante la animación. A pesar de ser un proceso tan rudimentario, parecía predecir cómo sería el futuro de la captura de movimiento de sistema óptico.

La primera película de animación tridimensional que haría uso del *motion capture* en su totalidad fue la desconocida *Sinbad: Beyond the Veil of Mists* (Evan Ricks, 2000), realizada en India por el estudio Pentamedia Graphics por medio de un *software* propio: Pentafour Software. Este programa fue escrito por The House of Moves Motion Capture Studio, estudio que participó en la captura de movimiento de *Titanic* y que hoy continúa participando en producciones de alto presupuesto como *Ant-man*, *Tron Legacy* o *Super 8*. Seguramente, la mayor parte del presupuesto de la película se destinó a pagar tanto el software como los dispositivos de captura de movimiento. Más allá de la calidad pobre del renderizado, *Sinbad: Beyond the Veil of Mists* es el claro ejemplo de las flaquezas del *motion capture* si después no pasa por un exhaustivo proceso de limpieza y mejora de las animaciones.

Con el paso de los años, han surgido varios métodos para realizar la captura de movimiento. Desde los diferentes tipos de los anteriormente mencionados sistemas ópticos —que emplean dos o más

cámaras y localizan la posición de unos marcadores adheridos al cuerpo del actor—, a las otras distintas formas de sistemas no ópticos —que utilizan un determinado software para identificar las distintas partes del cuerpo humano como «ojo derecho», «nariz» ...—, que son mucho más asequible que los sistemas ópticos ya que no requiere tanto equipo (Lum, 2019).

En la actualidad, las herramientas de captura de movimiento se han trasladado a los videojuegos: Desde los controles Wiimote y Nunchuk para las consolas de Nintendo Wii y WiiU; hasta la Kinect de Xbox, el Oculus Rift, y la realidad aumentada.

3.5.3. *El nuevo lenguaje se hace fuerte*

La mejora de las tecnologías y el estreno de *Toy Story* (John Lasseter, 1995) originó el nacimiento de nuevos estudios inspirados por el uso de programas de modelado y animación 3D: Twentieth Century Fox —hoy Blue Sky Studios—, DreamWorks —que compró PDI—, e incluso Disney en 2005 lo intentó con *Chicken Little* (Mark Dindal, 2005) debido a que ese año cerró relaciones con Pixar tras ocho años de colaboraciones en las que la compañía del ratón salía mucho más beneficiada. En 2006, Disney compró Pixar por una cuantiosa suma de dinero.

Mientras Pixar fue realizando películas en base a lo que la tecnología podía ofrecerles en ese determinado tiempo —si no podían modelar personajes excesivamente orgánicos, harían películas sobre juguetes, bichos, peces...—, DreamWorks se aventuró a la animación de seres humanos en *Shrek* (Andrew Adamson y Vicky Jenson, 2001), película de comedia que se mostraba a sí misma como “el anti-Disney”. La película ganó en el festival de Cannes la Palma de oro, lo cual no había ocurrido con una película de animación desde *Peter Pan* (Clyde Geronimi, Wilfred Jackson y Hamilton Luske, 1953), así como el primer Óscar que se dio a la mejor película de animación.



Figura 16: *Beastars* (Shinichi Matsumi, 2019). La última apuesta del estudio Orange, revolucionando la industria de la animación japonesa con sus modelos tridimensionales que perfectamente simulan el estilo anime. Fotograma obtenido de bst-anime.com/
© Orange Co., Ltd.

La mejora y accesibilidad a unas tecnologías que cada vez son más potentes, unido al desarrollo de los motores de renderizado, está permitiendo a los creadores digitales de hoy realizar contenido tridimensional con un aspecto fotorrealista que ha llegado a puntos en los que diferenciarlo de la realidad resulta imposible. El tigre de *La vida de Pi* (Ang Lee, 2012) o todos los animales de la nueva versión de *El rey león* (John Favreau, 2019) demuestran a los espectadores que el 3D es el futuro del cine, y que ese futuro ya está aquí.

No obstante, este alcance a la perfección ha hecho que recientemente se haya optado por otro camino en cuanto a la animación en 3D, la del renderizado no fotorrealista. Esto, unido a una estilización de los modelos tridimensionales, un especial cuidado en el uso de los planos, las luces, las posiciones de los personajes y sus movimientos, ha conseguido que —tal y como ocurre con el cuestionamiento de si los animales de *El rey león* de 2019 son reales o no— en las recientes series japonesas *Beastars* (**Figura 16**) o *La tierra de las gemas* (Takahiko Kyōgoku, 2017); en los vehículos, edificios y máquinas de las series de Matt Groening *Los Simpson* (1989-actualidad) y *Futurama* (1999-2013); cortos como *Paperman* (John Kahrs, 2012); y en las películas como *Spider-Man: Un nuevo universo* (Peter Ramsay, Bob Persichetti y Rodney Rothman, 2018), *Carlitos y Snoopy: La película de Peanuts* (Steve Martino, 2015), o la próxima película de *Bob Esponja: Un héroe al rescate* (**Figura 17**) nos quedemos perplejos bajo la pregunta ¿esto es 3D? ¿es animación 2D? ¿O es un arte conceptual de la película?



Figura 17: Tráiler de *Bob Esponja: Un héroe al rescate* (Tim Hill, 2020). El pulido arte que nos muestra el tráiler hace que detenerlo haga que parezca una pieza de concept art muy trabajada. Fotograma obtenido de <http://www.imdb.com/> © Nickelodeon Movies

4. ¿Cómo se consigue imitar el 2D con el 3D?

4.1. Los doce principios de la animación

Desde 1930, los animadores fueron desarrollando un lenguaje propio en la animación que culminó en doce principios básicos que creaban la ilusión de que aquello que se había animado estaba vivo.

Ollie Johnson y Frank Thomas, pioneros en Disney desde 1930 y pertenecientes a los *Old Nine Men*, expusieron por primera vez los doce principios de la animación en el libro *The Illusion of Life* en 1981. Aunque estos principios se desarrollaron para la animación tradicional, las animaciones digitales tanto en 2D y 3D continúan empleándolas, así como es usual observar ciertas de estas reglas en cómics, ilustraciones, o grafitis debido a la sensación de movimiento que ofrecen.

Los doce principios consisten en:

- *Squash and Stretch* (Estirar y encoger): El elemento a animar se deforma para dar la sensación de movimiento, peso, flexibilidad y/o dramatismo y comicidad; respetando la masa de lo que se anima.
- *Anticipation* (Anticipación): Prepara al público para lo que va a ocurrir. Puede ser algo tan simple como un personaje cogiendo carrerilla a punto de correr. Lo opuesto a la anticipación es el *gag sorpresa*, típico de las escenas de los *Looney Tunes* en las que el espectador espera que ocurra algo y, de repente, ocurre otra cosa totalmente inesperada.
- *Staging* (Puesta en escena): Es la presentación de cualquier idea para que se entienda perfectamente. Por ejemplo, si buscamos que el espectador sienta miedo, nos encargaremos de que vayan apareciendo elementos que induzcan a sentir tensión, como espíritus, juguetes terroríficos, iluminación pobre...
- *Straight Ahead Action and Pose to Pose* (Acción directa y pose a pose): Corresponden a dos formas diferentes de animar: por un lado, la acción directa trata sobre realizar el proceso de animar sin ninguna clase de planificación —realizando directamente los dibujos—; mientras que, por el otro lado, si previamente se realizan los fotogramas clave, y a partir de ahí se continúa animando, entonces estaremos hablando de una animación pose a pose. Aunque por lo general, lo más normal es emplear la pose a pose, debido a

que con este método se puede controlar mejor los tiempos, lo cierto es que las animaciones realizadas en acción directa suelen resultar más expresivas y artísticas.

- *Follow Through and Overlapping Action* (Acción complementaria y acción superpuesta): Su uso crea mayor naturalidad en los movimientos. En el caso de la acción complementaria, supone que cuando el elemento con mayor fuerza llega a su punto final, el resto de los elementos que lo complementan llegan a su punto después. En cuanto a la acción superpuesta, trata sobre que el movimiento de distintos elementos centrales no vaya al unísono, sino que se diferencien por unos pocos fotogramas.
- *Slow in and Slow Out* (Acelerar y desacelerar): Los movimientos son más lentos al comenzarse y terminarse la acción que en transcurso de esta, salvo en colisiones.
- *Arc* (Arcos): Los movimientos humanos, por ejemplo, se basan en puntos centrales de las que salen las extremidades, lo que genera que nuestros movimientos se realicen con forma de arco. El hacer dibujos demasiado rectos mata completamente la esencia de la acción (Thomas & Johnston, 1995, pág. 63).
- *Secondary Action* (Acción secundaria): Realiza énfasis sobre la acción principal. Puede ser simplemente el gorro que ha quedado flotando en el sitio cuando un personaje se ha echado a correr, o personajes preocupados observando cómo otro está llorando.
- *Timing*: Corresponde al número de dibujos que forman un movimiento, definiendo lo rápido o lento de éste.
- *Exaggeration* (Exageración): En animación, exagerar los sentimientos y los movimientos los hace más creíbles.
- *Solid Drawing* (Dibujo sólido): Cada dibujo debe tener peso, profundidad y equilibrio.
- *Appeal* (Atractivo): Consiste en la apariencia del dibujo, si corresponde a lo que a una persona le gusta ver, el diseño, simplicidad, comunicación y atracción. Para conseguirlo, la pose debe ser natural. El secreto para una buena animación es tener en cuenta las siluetas.

4.2. La renderización no fotorrealista (NPR)

El renderizado no fotorrealista (NPR) trata de esquivar la perfección de sombras, luces y realismo del renderizado fotorrealista para generar imágenes con una estética más artística; simulando la pintura tradicional, el dibujo, los dibujos animados o la abstracción. Desde la década de los noventa se han explorado las formas de representar estilos artísticos por medio de la renderización. Varios de ellos se mencionan a continuación.

4.2.1. Pintar por números

Uno de los primeros documentos que aplica una renderización no fotorrealista pertenece a Paul Haeberli con *Paint by Numbers: Abstract Image Representations* en 1990. El resultado que genera sobre la imagen se asimila a una pintura de estilo impresionista con una serie de trazos de pincel ordenados. Los trazos pueden ser alterados en color, forma, tamaño, grosor y orientación. Además, permite emplear una segunda imagen para especificar la dirección de los trazos.



Figura 18: *Gas Planet* (Eric Darnell, 1992) tiene un resultado pictográfico similar a haber utilizado el renderizado de Paul Haeberli. Imagen obtenida de imdb.com/ © PDI.

Un cortometraje que emplea un proceso similar podría tratarse de *Gas Planet* (Eric Darnell, 1992) (**Figura 18**) por los estudios PDI. Un corto que nada tiene que ver con la estética del impresionismo que emplea, pues trata sobre alienígenas que ingieren una especie de plantas que les producen flatulencias.

4.2.2. Boceto de ordenador

Paul Bourke escribe también en 1990 *Computer Sketching*, donde expone cómo hacer mediante un software de CAD que las líneas nítidas y precisas de un plano se conviertan en un dibujo impreciso y brusco, como si lo hubiera realizado cualquier persona a mano alzada con un lápiz (Bourke, 1990) (**Figura 19** y **Figura 20**). Para conseguirlo, estudia cómo son unas líneas dibujadas a mano, llegando a la conclusión de que:

- Los puntos finales del trazo tienden a sobrepasarse en las intersecciones.
- Las líneas no llegan a ser completamente rectas y tienden a menearse.
- La intensidad de la línea es mayor al principio y menor al final.

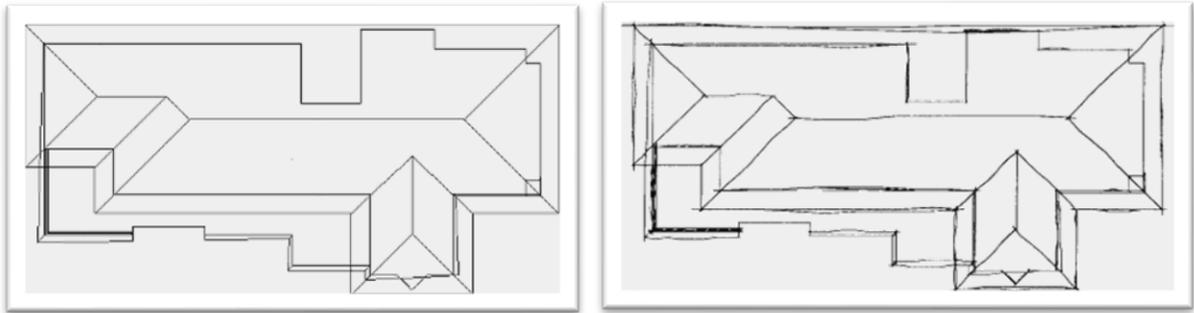


Figura 19 y Figura 20: Comparación de un plano realizado mediante un programa de dibujo asistido con su versión al someterse a la técnica del *Computer Sketching* de Paul Bourke. Imágenes obtenidas de <http://paulbourke.net/fractals/sketch/>

4.2.3. Acuarela generada por ordenador

En 1997 Cassidy J. Curtis, Sean E. Anderson, Joshua E. Seims, Kurt W. Fleischer y David H. Salesin presentan en la convención de SIGGRAPH varios estilos de acuarela y cómo los simulan automáticamente. Para demostrar una simulación fiel, entre los efectos disponibles se encuentran trazos de pincel seco, trazos en los que se marca el borde de la mancha generada, manchas donde el pigmento virtual queda estancado intencionalmente, granulado y separación, efectos del flujo y esmaltado (Strothotte & Schlechtweg, 2002, pág. 45). Estos resultados se consiguen mediante la superposición de diferentes capas traslúcidas según el trazado que se busca. El resultado es impresionante, a veces siendo inapreciable.



Figura 21: *Fishing* (David Gainey, 1999).
Recreación de pintura a acuarela. Imagen obtenida de <http://imdb.com/> © PDI.

Curtis hizo una muestra del potencial de su renderizado con el corto *Fishing* (**Figura 21**) donde un hombre pescando parece realizado de manera tradicional en acuarela de una forma minimalista y de estilo impresionista.

4.2.4. Renderizado pictórico para animación

Barbara J. Meier en 1995 redacta *Painterly Rendering for Animation*, un ensayo desde Walt Disney Feature Animation, con la meta de que la pintura pareciera que estaba «pegada» sobre los objetos, en lugar de superponerse trazados de manera aleatoria a cada trazado. Solucionan el efecto «puerta de ducha» —parece que cada *frame* es lo que verías detrás de una puerta con un cristal texturizado— con un método que genera una relación coherente entre *frames* (Meier, 1995). Para realizar esto, hacen uso de las partículas tridimensionales, que se adhieren a la superficie en forma de trazos de pincel.

Este método de renderizado se puede observar en el corto de Umesh Shukla: *Stil I Rise* (2001). El artista, encontrando un poco de tiempo entre el trabajo que estaba dejando en Disney Feature Animation y uno que iba a comenzar para DreamWorks, decidió producir un corto sobre Joseph (John) Merrick (1862-1890), un ciudadano inglés que sufría de varias malformaciones a quien se le conocía como «el hombre elefante». En el corto trata de imaginar cuáles serían los últimos sueños que Merrick tendría antes de morir de asfixia por una pose que él mismo sabía que lo podía ahogar, pero que en la que igualmente se acostó. El estilo por el que se decantó fue por el impresionismo de Van Gogh, cuyos colores de alto contraste y el empleo del negro generan en el espectador ciertos sentimientos de incomodidad junto a otros de libertad debido a la música orquestal de ritmo pausado *La Pavana*, del compositor Gabriel Fauré.

4.2.5. *Renderizado pictórico con pinceladas curvas de distintos tamaños*

En el artículo *Painterly Rendering with Curved Strokes of Multiple Sizes*, realizado por Aaron Hertzmann para el SIGGRAPH de 1998, el programador presenta otro método para crear la apariencia de pintura desde una fotografía. La imagen se construye con una serie de pinceladas realizadas mediante curvas -similares a las vectoriales- separadas por capas organizadas por diferentes niveles, siendo la primera capa realizada con trazos de pincel largo, seguida de capas con trazos cada vez más pequeños. El usuario especifica los parámetros de la escena y el renderizado.

4.2.6. *Tramado en tiempo real*

En 2001, Hugues Hoppe, Mathew Webb, Emil Praun y Adam Finkelstein, desde la Universidad de Princeton, presentan un sistema de renderizado en tiempo real en el que las sombras de las formas son representadas en forma de tramas, representando la luz como la ausencia de éstas (**Figura 22**). En el artículo *Real-time Hatching*, anuncian que sus contribuciones son:



Figura 22: Muestra de los resultados de *Real-time Hatching*. Imagen obtenida de <http://hhoppe.com/>

- Los mapas artísticos tonales (*tonal art maps* ó *TAM*).
- Un algoritmo que crea automáticamente los TAM colocando los trazos con coherencia.
- Un algoritmo de texturización múltiple que renderiza el TAM con coherencia tanto espacial como temporalmente.
- La integración de los TAM, su superposición y dirección mediante curvas en un tramado a tiempo real para sombrear modelos tridimensionales con una topología arbitraria (Praun, Hoppe, Webb, & Finkelstein, 2001).

4.2.7. Estilo de dibujos animados

El *cartoon shading*, o *cel-shading* es el *shader*¹¹ artístico más empleado en los videojuegos. Su uso más común es para asemejarse al estilo de los cómics o los dibujos animados.

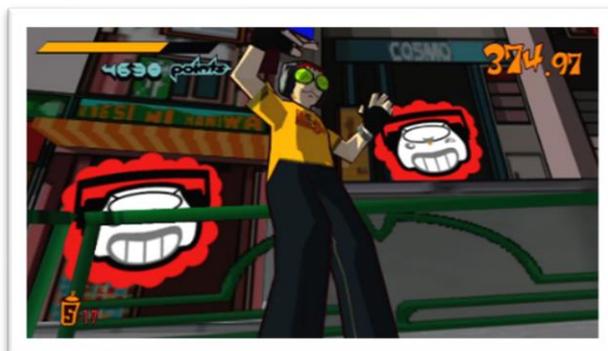


Figura 23: *Jet Set Radio* (2000) fue el primer videojuego en el que se comenzó a utilizar el cel-shading. Imagen obtenida de sega.com/ © Sega.

El resultado de las luces y de las sombras es que éstas aparecen como bloques, sin ningún tipo de degradación. Este estilo se popularizó con el juego *Jet Set Radio* (**Figura 23**), y desde entonces su uso no ha parado, desde varios *The Legend of Zelda*, varios *Guilty Gear* o juegos basados en series animadas como *Dragon Ball Z* o *Los padrinos mágicos*.

Los primeros que hallaron el método para realizarlo fueron Adam Lake, Carl Marshall, Mark Harris y Marc Blackstein en el año 2000, relatando sus investigaciones en el artículo *Stylized Rendering Techniques For Scalable Real-Time 3D Animation*. En él, presentan variaciones de este renderizado para conseguir simular el aspecto del boceto a lápiz, y la detección del borde de la silueta.

Sin embargo, estos descubrimientos mucho le deben a la técnica que dos años antes Amy Gooch, Bruce Gooch, Peter Shirley y Elaine Cohen plasmaban en *A Non-photorealistic Lighting Model for Automatic Technical Illustration*, pues tiene unos resultados similares en cuanto a las sombras y el delineado, diferenciándose en que la gama de colores va de los rojos —tonos cálidos— a los azules —tonos fríos—.

¹¹ Un *shader* es una aplicación que se ejecuta en la GPU o unidad gráfica de una máquina y cuya función es producir sombras sobre los objetos, calculando cómo respondería cada superficie ante la luz y aplicando sobre ella la iluminación o la sombra necesaria para que parezca real (VV.AA., Shader, 2013).

5. Análisis de Spider-Man: Un nuevo universo (2018)

En diciembre de 2017, Sony Pictures Entertainment lanzaba en sus redes sociales el primer *teaser* de *Spider-Man: Un nuevo universo*. El uso de los planos con perspectivas muy exageradas, la estilización de sus personajes, la similitud gráfica con el formato de los comics, la iluminación de ambiente azul contrastada por focos de luz rojos, los fondos abstractos y de colores saturados, las imágenes vertiginosas y frenéticas... junto a una animación mucho más relevante a la animación 2D que de las producciones 3D, hicieron que un público defraudado con el estudio por el previo lanzamiento de *Emoji: la película* (Tony Leondis, 2017) recobrarla la fe. La fecha de lanzamiento estaba marcada para exactamente un año después.

En su estreno, la película no solo cumplió con las expectativas que habían marcado sus *trailers*, si no que las superó. A pesar de ser la película que menos ingresos ha generado a la franquicia Spider-Man, ha sido aclamada tanto por el público como por la crítica como la mejor adaptación de un cómic de superhéroes para la gran pantalla.

El equipo de *Spider-Man: Un nuevo universo* se formó por referentes del cine de animación actual. Entre ellos se encuentran Chris Lord y Christopher Miller —dirección y guion de *La Lego película* (2014) y *Lluvia de hamburguesas* (2009)— en la producción; el artista y diseñador Alberto Mielgo —dirección, guión y sonido en *Love, Death & Robots: La testigo* (2019)— como asesor visual; o Shiyoon Kim —diseño de personajes en *Enredados* (Nathan Greno, Byron Howard, 2010), *Frozen* (Chris Buck, Jennifer Lee, 2013) y *Zootrópolis* (Byron Howard, Rich Moore, Jared Bush, 2016)— como diseñador de personajes. También trabajaron 177 animadores, que es más del doble de animadores de los que suele haber en producciones de este tipo.

La historia de la película se centra en la evolución del personaje de Miles Morales como portador de la máscara de Spider-Man. Miles es un estudiante de secundaria que obtiene sus poderes tras ser picado por una araña radiactiva procedente de otra dimensión, lo que hace que existan dos Spider-Men. Desgraciadamente, la muerte de Peter Parker —el Spider-Man original— deja al joven sin un profesor que le instruya a controlar sus poderes. Mientras tanto, la construcción del Super Colisionador por parte del mafioso Kingpin y la doctora Octopus atraen accidentalmente y sin saberlo hacia su dimensión cinco versiones alternativas del superhéroe: Peter B. Parker, Spider-Gwen, Peni Parker, Peter Parker Noir y Peter Porker. Juntos, enseñarán a Miles lo que supone ser *el hombre araña*, y lucharán contra el villano y sus aliados antes de que sus cuerpos se descompongan y que el colisionador destruya su universo.

5.1. Desarrollo de la película

«Todo el mundo estaba pasando de la animación a la acción real, y le dije a Amy: *Creo que deberíamos hacer lo contrario*» (...) *Queríamos resaltar el estilo y las ilustraciones de los cómics y hacer una película para todas las edades.*»

Avi Arad, fundador de Marvel Studios en *Spider-Man: Un nuevo universo*. *El arte de la película.*



Figura 24: Escena donde explota el colisionador, visualmente muy artística. Se aprecian los efectos de tramas por la luz y la explosión. Extraído de la película. © Sony Pictures Entertainment

Para encontrar el aspecto visual de la película, el equipo de *Spider-Man: Un nuevo universo* realizó un intenso proceso de experimentación que duró un año hasta realizar diez segundos de metraje (Snyder, 2019). Mientras trabajaban en la película, Danny Dimian, supervisor de efectos especiales, incitó a los animadores a experimentar en el medio con cosas que no se hubieran hecho hasta entonces, sin importar si eso suponía un fracaso.

El aspecto de los cómics clásicos como referencia artística fue decisiva a la hora de desarrollar las técnicas y herramientas que abrieron un nuevo concepto en el mundo de la animación: la estética fiel del cómic hecha película. Destacan la incorporación en el entorno tridimensional de elementos 2D propios del cómic como bocadillos, cartelas, tipografías gruesas a modo de onomatopeyas como «BOOM» o «POW» —a veces ocupando todo el fondo en una cuestión de segundos, o juegan de manera simbólica para representar el descenso y el ascenso de Miles como superhéroe— y efectos de acción. Otro de los elementos que se aprecian del cómic es el uso de múltiples viñetas en un mismo plano, que aceleraban y resaltaban la narrativa de la historia.

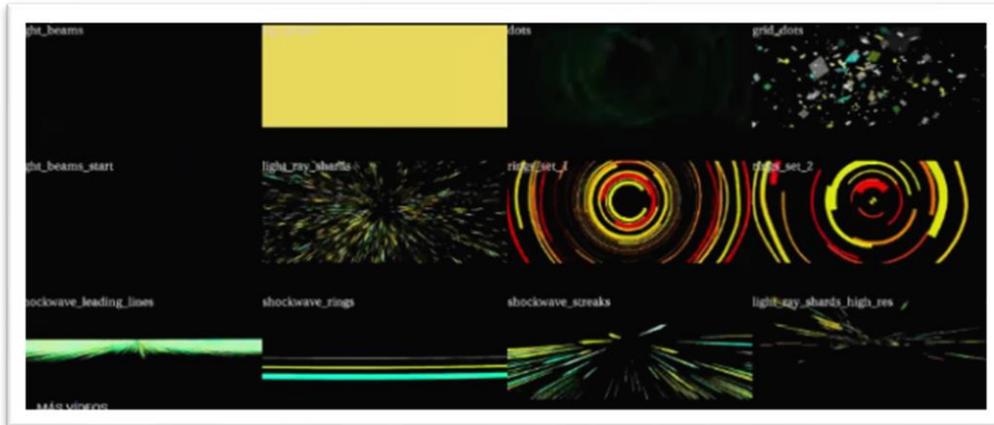


Figura 25: Diferentes capas empleadas para una explosión en Spider-Man: Un nuevo universo. Obtenido de <https://www.imageworks.com/> © Sony Imageworks

Desarrollaron un efecto que tramaba con puntos los degradados de las luces, y con líneas los degradados de las sombras en los personajes y entornos (**Figura 24**). En el apartado de los efectos especiales visuales, se emplearon planos en 2D tanto procedurales como animados a mano que, mediante un sistema de partículas, recrearon un aspecto muy impactante de animación estilizada (**Figura 25**).

Como en los cómics no hay desenfoque de campo, sus creadores optaron por sustituirlo por un efecto de aberración de color, que además representaba los fallos de impresión en los tebeos antiguos cuando se desalineaba el color con la tinta. De la misma forma, con los desenfocados de movimiento, jugaron con las líneas distorsionadas como si de un error en el que la tinta se hubiera corrido se tratase (**Figura 26**), así como emplearon la técnica del *smear*¹².

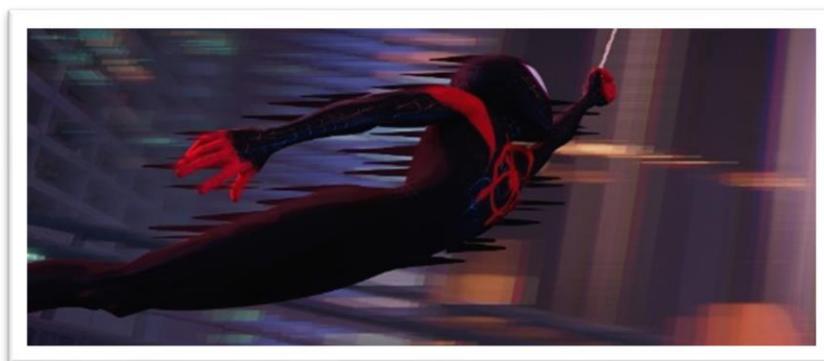


Figura 26: Con los movimientos rápidos las imágenes no se difuminan, sino que se distorsionan con líneas paralelas en dirección al movimiento. Extraído de la película © Sony Pictures Entertainment

¹² El *smear* es una técnica en la animación que crea la ilusión de desenfoque de movimiento mediante el uso de pocos *frames* donde las imágenes están multiplicadas o distorsionadas.

El uso de trazos sobre la cara de los personajes para marcar sus facciones es otro de los elementos clave en el aspecto visual. En el artículo *Ink Lines and Machine Learning* escrito por Pav Grochola en 2019 para presentar esta técnica en el SIGGRAPH, afirman que no conseguían los resultados que deseaban mediante el uso de sistemas procedurales que crean líneas automáticas como el *cel-shading* (4.2.7. **Estilo de dibujos animados**). Inspirados por el trabajo de los creadores de *Paperman*, desarrollaron mediante Houdini un método en el que los artistas podían dibujar líneas sobre los personajes para después convertirlas a geometría. Este proceso permitía que después se les pudiera aplicar un *rig* para poder animarlas junto a los músculos de la cara. Para acelerar el trabajo, se empleó una máquina que aprendía el comportamiento de estas líneas y automatizaba el proceso tanto con los movimientos como con la vista de la cámara.

Los softwares de Katana y Mari también fueron fundamentales dentro del proceso creativo de herramientas. Con ellas crearon los *shaders* y la iluminación por medio de nodos en el caso de Katana, mientras que Mari fue empleado para texturizar los modelos tridimensionales. La decisión de utilizar estos programas fue, principalmente, porque fueron escritos exclusivamente hace años para el uso en Sony Imageworks, aunque ahora se pueden conseguir por medio de licencias bajo la casa de Foundry. Las imágenes fueron montadas en Nuke, que también pertenece a la misma casa.

Como toque final, sus creadores se preocuparon de que donde quiera que alguien parase la película, el *frame* resultante debía parecer una obra propia de un *concept art*. Para ello emplearon formas propias de este medio, haciendo retoques *matte painting* mediante Adobe Photoshop CC sobre las imágenes ya renderizadas. Peter Ramsey, uno de sus directores, afirma en una entrevista para Adobe que «*Photoshop prácticamente es una primera necesidad dentro de la industria de la animación. No sé si queda algún frame en esta película que no se haya retocado de alguna forma*» (Stone, 2018).

En cuanto a la animación, jugaron con el *framerate* de una forma diferente a las producciones convencionales en 3D. Por lo general, estas películas están animadas con 24 imágenes por segundo. En *Spider-Man: Un nuevo universo*, la mayor parte de la película está animada en dosis —es decir, una imagen cada dos *frames*, o 12 *frames* por segundo—. Buscaron movimientos expresivos, y sobre todo simbolizar la inexperiencia, los miedos, las dudas y la torpeza de Miles. Cuando se animaba en unos, buscaban expresar la velocidad, habilidad y confianza de los personajes. Las cámaras y los efectos están animados a 24 *frames* por segundo, lo que ayuda a que se acentúen los movimientos marcados por la animación escalonada.

«Los ordenadores lo hacen todo bien y siempre calculan correctamente la perspectiva y la geometría. Lo interesante del arte son las imperfecciones, inherentes a las creaciones humanas. Tuvimos que encontrar una forma para que algunas cosas salieran mal».

Danny Dimian director de efectos especiales en *Spider-Man: Un nuevo universo*.
El arte de la película.

Por si el reto de crear una película que se sintiera como un cómic de superhéroes americano no fuera suficiente, el equipo se interesó por ampliar la representación de los géneros del cómic sumando, además, la estética de los cómics *noir*, los dibujos animados *cartoon* y el manga/anime. Este desafío lo afrontaron por medio de diferentes personajes: Un hombre en blanco y negro, una chica con características *kawaii* y un cerdo —que podría haber sido recién sacado de los *Looney Tunes*—. Estos personajes tan dispares entre ellos compartían escena junto a las mismas fuentes de luz, cada uno tratándolas de una forma diferente propia de su estilo gráfico.

Los personajes se construyeron con formas muy definidas determinadas por sus colores y formas estilizadas. Como muestra de ello se puede observar la gran mancha negra que representa la figura de Kingpin, a veces casi pareciendo una cabeza flotante (**Figura 27**). Esto, unido a las líneas de expresión que se dibujaron sobre la cara de los personajes, funcionaba a la perfección ya que creaba la sensación de estar sumergidos en una ilustración.



Figura 27: Fotograma en el que se observa cómo el cuerpo de Kingpin llena todo el espacio del plano cubriéndolo de negro. Extraído de la película. © Sony Pictures Entertainment

5.1.1. *La influencia del cómic y del arte*

Determinar las influencias dentro de *Spider-Man: Un nuevo universo* es una tarea compleja, no sólo debido a que no se limita a un único estilo artístico dentro del cómic, sino que sirve como medio para mostrar a los diferentes personajes de los distintos universos de la franquicia de Marvel, lo que conlleva representar distintos géneros del cómic en general. Danny Dimian afirma en la entrevista realizada en Animation World Network que la película es «*algo así como un collage (...) Observamos qué era lo que nos gustaba de los cómics que amábamos y lo que había de especial en ellos (...) No quisimos ser nostálgicos, quisimos hacer algo nuevo buscando la inspiración en los cómics, el arte y las ilustraciones*» (Damian, 2019).

Las primeras palabras que escuchamos al visionar *Spider-Man: Un nuevo universo* serán: «*muy bien, lo repito una vez más*», mencionadas por el Peter Parker del universo de Miles antes de comenzar su presentación. Esto es un mensaje a gritos por parte de sus creadores sobre el número exagerado de veces en las que la historia de Spider-Man ha sido contada y recontada en tantísimos distintos universos y medios de entretenimiento. Esta clase de introducción la escucharemos «*otra vez*» y «*por última vez*» en diferentes ocasiones y por distintos personajes a lo largo de la película: cuatro ocasiones y seis personajes distintos —aparte del Peter Parker del universo de Miles—, para ser exactos. El mundo de los multiversos abrió las puertas para jugar no sólo con los grafismos de Spider-Man, sino con los diversos estilos del comic en general, ya que eran conscientes de que hicieran lo que hiciesen, podría ocurrir en un universo alternativo.

Esto revela que, en primer lugar, evidentemente la primera clara influencia dentro de *Spider-Man: Un nuevo universo*, son los propios cómics de Spider-Man: Obtener los poderes por medio de una araña radioactiva —un cerdo radiactivo a una araña en el caso de Spider-Ham—; la pérdida de un ser querido; el gran poder que requiere una gran responsabilidad; y que cualquiera podría llevar la máscara. Es decir, los elementos clave de la franquicia de Marvel.

Inicialmente, la película nos presenta en el entorno de Miles Morales: su personalidad alegre y divertida, su buen entorno familiar y su ascendencia afro-latinoamericana, el cambio de instituto a uno más estricto, y su buena relación con su tío Francis. Hasta aquí, observaremos una película con un curioso estilo de animación tridimensional: un gran cuidado por el color, el tramado de puntos y de líneas, el aspecto de estar pintado a mano, líneas dibujadas que representan el movimiento y una animación más escalonada de lo que estamos acostumbrados en este tipo de producciones realizadas por ordenador. Sin embargo, la «vida de tebeo» de Miles comienza al ser mordido por la araña radiactiva de una dimensión alternativa.

El protagonista comienza a pensar en voz alta, mostrándose gráficamente como cartelas dentro del propio escenario de la escena. Se visionan viñetas que sirven como planos detalle y ayudan a contar de manera más dinámica los hechos que ocurren en el momento. La tipografía en general jugará un papel fundamental. No sólo ayudará para mostrar gráficamente los efectos de sonido en golpes y gritos, sino que, además, mostrará simbólicamente estados de evolución por los que pasa el protagonista, como las escenas en las que Miles se derrumba y más adelante asciende como superhéroe. Estas características adicionales tras la picadura de la araña es lo que el director artístico de la película, Justin K. Thompson, denomina como “*el elemento supernatural*” (Aguilar, 2018).

Las influencias más evidentes son los cómics de Spider-Man. Por un lado, la serialización en la que debuta Miles Morales: *Ultimate Comics: Spider-Man* (2011); y por el otro la serie de cómics *Spider-Verse* (2014), en el que cada tebeo introducía a un Spider-Man original, siendo donde aparecieron por primera vez los personajes de Gwen Stacy o el Peter Parker de la versión *noir*.

Gracias a los co-protagonistas de *Spider-Man: Un nuevo universo*, podemos marcar la línea de los distintos géneros del cómic que contribuyen en sentar las bases gráficas de la película. Aunque estas influencias ya se encontraban si estos personajes no hubieran estado incluidos en la película, su existencia nos ayudará a clasificarlos de una forma más personal.

5.1.1.1. El primer superhéroe y el salvador ejemplar: Peter Parker del universo de Miles

Cuando los superhéroes aún no existían, los temas más recurrentes en los cómics trataban sobre mitología, romance, cowboys e indios, y detectives investigando crímenes. Todo cambiaría cuando en 1938, Jerry Siegel y Joe Shuster unieron el amor que sentían por la ciencia ficción con los héroes clásicos como Hércules o Sansón, creando a Superman.

Diseñaron a un super hombre cuyos poderes se basaban en la fuerza física sobrehumana y la resistencia a las balas¹³, lo vistieron con un traje muy ajustado al cuerpo para que pudiera observarse su musculatura, le otorgaron una capa con la que se transmitiera la sensación de movimiento, junto con unos colores vivos muy representativos como el azul, rojo y amarillo. A

¹³ El padre de Jerry Siegel murió en 1932 cuando un atracador irrumpió en su tienda disparando un arma de fuego. Esto pudo ser el origen de la idea de un héroe con resistencia al impacto de las balas. De hecho, en la primera aventura de Superman, el kryptoniano salva al dependiente de una tienda, atado y amordazado, de un hombre armado (Wigmore, 2008).

esto, se le añadió un símbolo reconocible: la gran S en el pecho. Por último, se le dio un contexto y una doble identidad. El superhéroe era un «inmigrante», pues procede del planeta Krypton, de la misma forma que los padres de sus creadores. Nadie moría en este universo —salvo las muertes de los kryptonianos—.

Para clasificar al hombre que salvaba a los ciudadanos mediante sus poderes, sus creadores recogieron el término de «superhombre», de Friedrich Nietzsche, el cual define a «una persona que ha alcanzado un estado de madurez espiritual y moral superior al que considera el del hombre común» (Wikipedia, Übermensch, 2019), junto con la palabra «héroe», que procede de la mitología griega y literalmente significa «protector» o «defensor».



Figura 28: Esta versión de Peter Parker se hizo perfecto para que contrastara con el siguiente Peter Parker. Extraído de la película. © Sony Pictures Entertainment

El Peter Parker del universo del Miles (**Figura 28**), al igual que Superman, es el héroe idealizado. Cree en la justicia y en la responsabilidad de emplear sus poderes para luchar por el bien. Mantiene su identidad de superhéroe anónima, separándola de su vida personal, en la cual no se muestra ninguna clase de problemas: la tía May sigue viva, se ha casado con el amor de su vida y está en plena forma. Un contraste con su yo que estaría por venir, Peter B. Parker, del cual hablaremos en **5.1.1.5. La vida privada de un superhéroe y sus problemas personales: Peter B. Parker.**

5.1.1.2. Las bases del género Noir: Peter Parker (Noir) I

En 1939, viendo lo bien que estaba funcionando Superman, DC Cómics quiso repetir la jugada de los superhéroes. La tarea fue encomendada a Bob Kane (1915-1998). Tuvo en cuenta la complexión robusta de Superman y el su traje característico y lo unió al personaje del Zorro, quien lucha con las debilidades del ser humano y oculta su rostro tras una máscara. A esto le añadió el contexto oscuro de los cómics sobre crímenes y detectives que eran característicos de la marca de DC. Pensó en la noche, los murciélagos y en el Drácula de Bela Lugosi (Robb, 2014, pág. 74). Su condición humana no le permitía tener ningún superpoder, pero contaba con la inteligencia y el uso de *gadgets*. Además, tenía un motivo por el que luchar por la justicia: la muerte de sus padres por un ladrón cuando éste era un niño. Había nacido Batman, y a diferencia del mundo de Superman, en este universo la muerte sí era un factor con el que se podía contar.

Durante el primer año del hombre murciélago, el superhéroe actuaba solo. Sus comics estaban repletos de diálogos y monólogos interiores, lo que lo hacía distante. En su primera aventura, cuando el villano muere, Batman dice: «*es un final adecuado para alguien de su tipo*». Era la clase de frialdad que los lectores no volverían a leer hasta los años ochenta, de la que hablaremos en **5.1.1.6. El género oscuro: Peter Parker (Noir) II**, pero demuestra las bases en las que se diseñaría al Peter Parker al estilo *Noir* en *Spider-Man: Un nuevo universo*.

En 1940 se introducía a su compañero Robin, el chico maravilla. Su inclusión en los cómics humanizó a Batman. Dejó de hablar y pensar para sí mismo, y comenzó a funcionar como una figura paterna para el muchacho. Ahora los niños podrían sentirse identificados con un superhéroe de su mismo rango de edad.

5.1.1.3. La heroína que rompe en el universo de superhombres: Gwen Stacy

Los superpoderes femeninos llegarían en 1941 con la creación de Wonder Woman. Su escritor, el psicólogo William Moulton Marston, estaba convencido del poder educativo de los cómics y quiso poner fin a la dominación masculina dentro del género de superhéroes. Ayudado por su esposa Elisabeth, ambos crearon una superheroína amazónica con influencias de la mitología griega. Tenía superfuerza al igual que Superman, y cargaba con armas y herramientas al estilo de Batman. Los más característicos son el lazo de la verdad¹⁴, los brazaletes que repelen balas y la

¹⁴ William Moulton Marston es también conocido por participar en la invención del polígrafo, lo que claramente influyó en la creación del lazo de la verdad.

tiara que emplea como arma arrojadiza. Además, posee poderes curativos. Su capacidad para sentir compasión y la habilidad de resolver los problemas mediante el amor la convirtieron en un icono de la cultura pop y el feminismo.

Sin embargo, la representación femenina sería un problema constante en el mundo del cómic. En los setenta, con buenas intenciones, Wonder Woman rechaza sus poderes para hablar sobre el poder femenino sin necesidad de poderes. La idea era que las lectoras feministas pudieran sentirse identificadas con la capacidad de realizar cosas increíbles sin la necesidad de superpoderes. Sin embargo, el público vio cómo la imagen más importante de las superheroínas perdía fuerza, por lo que en los siguientes números los recuperó. Marvel también realizó una representación femenina nefasta, observándose números como el de las Amazonas que conquistan y esclavizan a los hombres en 1974 en *Los 4 Fantásticos*. Sus intentos por crear protagonistas femeninas no tuvieron mucho éxito (Tigra, Shanna la Diablesa y Night Curse), así que lo intentaron con crear versiones alternativas de los superhéroes que ya existían.

La otra forma en la que Marvel quiso incorporar a las mujeres en sus cómics fue creando las versiones femeninas de los superhéroes que ya existían, donde las mujeres que ya se habían presentado en ese universo tomaban el relevo de los bienhechores. Este fue en el caso de She-Hulk —la prima de Bruce Banner—, Ms. Marvel —compañera en el ejército del Capitán Marvel, entre otras versiones de la Capitana Marvel— y, en el caso de *Spider-Verse*: Spider-Gwen, ahora conocida como Spider-Ghost —compañera de Peter Parker que fallece en el cómic original, pero es picada por la araña radiactiva en un universo paralelo—.



Figura 29: Spider-Gwen es presentada como una superheroína mucho más capacitada que Miles o Peter. Extraído de la película. © Sony Pictures Entertainment

5.1.1.4. La parodia de los superhéroes. Superanimales antropomórficos superlocos: Spider-Ham

En el mundo de la animación, en 1942, el estudio Terrytoons creó un cortometraje con el título de *El ratón del mañana* (Eddie Donnelly, 1942). La historia presentaba a un pueblo de ratones amenazado por los gatos. Ante esta situación, uno de los habitantes de la comunidad roedora acaba en un supermercado donde, tras comer el súper queso, ganaría superpoderes. Vestía un traje ajustado azul —que en los futuros cortos y serie de animación sería de color de amarillo— y una capa roja. Su nombre era el Súper Ratón, y sería la primera de muchas parodias sobre superhéroes. Sus poderes eran los mismos que los de Superman, y sólo dejaba de ser Super Ratón al dejar de comer súper queso.

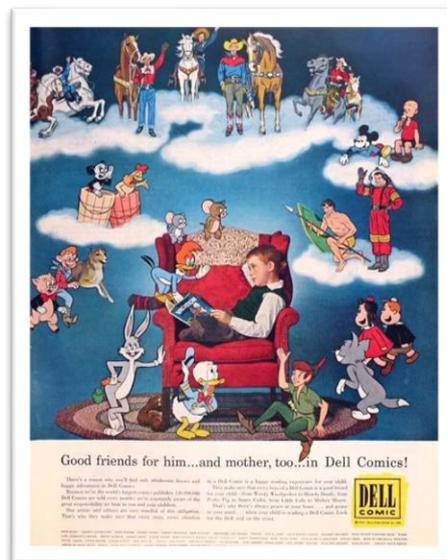


Figura 30: Página de un anuncio de la editorial Dell Comics. Obtenido de <https://www.cartoonbrew.com/>

Durante los años de la Segunda Guerra Mundial, los cómics se volvieron un medio propagandístico más para hablar sobre el patriotismo americano. Con acontecimientos como el puñetazo que Hitler recibió de la mano del Capitán América, volver a las historias de superhéroes salvando a la ciudad había perdido fuerza. En 1947 resultaba mucho más interesante para los lectores el género de humor con animales antropomórficos basados en las licencias de los personajes de animación más conocidos de Disney, Warner Bros. o Metro Goldwyn-Mayer (Figura 30).

El aspecto de Spider-Ham es claramente una referencia a la caracterización de los personajes de los Looney Tunes, sobre todo por su similitud con Porky Pig y el uso de disparatados y alocados

gags como su superpoder. Además, cuenta con una animación que como los estudios del Termito Terrace hicieron con Bugs Bunny, el Pato Lucas y compañía, lleva al extremo los doce principios de la animación (**4.1. Los doce principios de la animación**).

Por otro lado, en 1954, el boom creativo de cómics sobre crimen y horror, que mostraban escenas de violencia explícita y contenido sexual, lleva a la regulación de los tebeos por medio del Código del Cómic (*Comics Code Authority* o CCA). Este código rechazaba, violencia, la aparición de las instituciones de autoridad —salvo si ésta beneficiaba a la imagen de los agentes—, y la representación de seres pertenecientes al culto de terror como vampiros, hombres lobo o zombis. No podían emplearse las palabras “horror”, “terror” o “crimen” en los títulos de las historias. Cualquier forma de sexualidad estaba vetada, siendo únicamente posible hablar del amor para enfatizar “*la sanidad del matrimonio*” (Wikipedia, Comics Code Authority, 2019). Tampoco podrían aparecer en las viñetas elementos como el alcohol, el tabaco, los cuchillos... incluso los fuegos artificiales.

Aunque la CCA no tenía autoridad legal, su sello era una garantía de tranquilidad para los compradores preocupados por el impacto de las historias en sus hijos o en ellos mismos. Este acontecimiento hizo que surgieran dos vertientes en el destino de los cómics: por un lado, las grandes editoriales como Marvel o DC se limitaron a acatar las normas del Código del Cómic, mientras que por otro surgieron los cómics *underground*.

En este último género, el escritor Steve Gerber creó —con fines satíricos— al personaje de Howard el Pato. Al principio como un personaje de apoyo, y más tarde con su propio cómic, *Howard el Pato* (1976) narrará la vida y los problemas de un alienígena procedente de Duckworld atrapado en un universo de hombres.

Con el despido de Gerber en Marvel por «no cumplir los tiempos» (Robb, 2014, pág. 231), él y Jack Kirby repetirían sobre patos de manera independiente con *Destroyer Duck* (1982), en la que el amigo de Duke «Destroyer» Duck fue explotado y arruinado por una conglomeración gigante llamada “Godcorp” (Comic Vine), haciendo alusión a Marvel con los derechos de Howard el Pato.

5.1.1.5. *La vida privada de un superhéroe y sus problemas personales:*
Peter B. Parker

Stan Lee aportó al universo de los superhéroes con *Los 4 fantásticos* (1961) que sus historias narrasen una vida más allá de las buenas acciones, con problemas personales ocasionados por los poderes que portan y cómo afectaba a la gente a su alrededor. La Cosa, por ejemplo, rechazaba sus poderes, quería ser alguien normal. Este recurso lo emplearían de nuevo con El increíble Hulk, que era una especie de mezcla entre Quasimodo, Frankenstein y Dr. Jekyll y Mr. Hyde; en el que su protagonista, Bruce Wayne, se transforma en Hulk cada vez que tiene sentimientos intensos.



Figura 31: Esta versión de Peter Parker, a diferencia de la original de ese universo, tiene problemas que le afectan a un nivel personal. Extraído de la película. © Sony Pictures Entertainment

En 1962 con Spider-Man, Stan Lee se centró de nuevo en el impacto que los superpoderes causaban en la vida de adolescente de Peter Parker. Cómo rechaza el no ser un estudiante ordinario más, la culpa que le supone no haber salvado de la muerte a su tío Ben, y en cómo asume sus poderes.

Jack Kirby fue el primero a quien se le encomendó la tarea de diseñar a Spider-Man, pero como Stan Lee no sintió que representara lo que tenía en mente, le pasó el trabajo a Steve Ditko. El dibujante fue estudiante del artista Jerry Robinson —quien había trabajado en Batman—, lo que le pudo influir en añadirle nuevas características al diseño del hombre araña, como los dispositivos lanza-telarañas y la máscara que le ocultaba completamente todo su rostro.

En la versión de Spider-Man: Un nuevo universo, aparece una versión de Peter Parker con treinta y tantos años. Está cansado de ser un superhéroe y de que la vida no lo haya tratado mejor (**Figura 31**). Al contrario que el Peter Parker que veíamos en **5.1.1.1. El primer superhéroe y el salvador ejemplar: Peter Parker del universo de Miles**, éste es una versión que se plantea si realmente merece la pena actuar como superhéroe.

5.1.1.6. El género oscuro: Peter Parker (Noir) II

El principio de los años ochenta coincidió con una nueva generación de escritores y artistas que renunciaron las limitaciones impuestas por el Código del Cómic. Para ello, crearon la novela gráfica, que se diferenciaba del cómic en que estos eran historias de un solo libro.

Frank Miller estuvo trabajando en Marvel en 1979 con un número de *El espectacular Spiderman* en el que se incluía a Daredevil como invitado. En 1986 trabajó en Daredevil en el cómic *Born Again*, trayendo el género negro al mundo del superhéroe ciego, con temas oscuros como la muerte de Elektra.

En DC le concedieron utilizar la figura de Batman en *Batman: The Dark Night Returns*, que coronó al escritor, junto a Alan Moore con *Watchmen* (1987) y a Art Spiegelman con *Maus: Relato de un superviviente* (1977-1991) como iconos de la novela gráfica, volviendo con este género a las raíces oscuras de los primeros cómics de misterio como Batman. Era una nueva forma de presentar los comics, de una forma mucho más personal, sumidos en mundos peligrosos y oscuros. Su éxito comercial y crítico devolvió el respeto a unos comics a los que se les detuvo la libertad creativa.

Alan Moore reformuló de manera similar a la de Frank Miller el género de superhéroes. Destaca por involucrarse en la exploración psicológica de sus personajes. Entre sus historias más celebradas, se encuentra la aclamada *Batman: la broma asesina* (1986), en la que el Joker escapa del centro psiquiátrico de Gotham, dispara en la columna y captura a Bárbara Gordon —hija de James Gordon y antigua Batgirl—, y la fotografía desnuda para «probar un punto de vista», demostrarle al comisario James Gordon que «un mal día puede hacer que hasta el más cuerdo de los hombres enloquezca».

Otra de las obras magnas de Alan Moore, dibujada por Dave Gibbons, es *Watchmen*. La historia trata de imaginar cómo habría sido la vida de los superhéroes si hubiesen existido en el mundo real en 1985. Diseñados como superhéroes de la década de los cuarenta, narra la historia de los vigilantes, quienes se ven obligados a retirarse del mundo de los superhéroes debido a que el estado ha prohibido su labor. Sin embargo, el asesinato de El comediante, quien ya estaba retirado tras la prohibición, hace que Rorschach mueva de nuevo a los vigilantes para saber quién o quiénes están persiguiendo a los vigilantes y por qué.

5.1.1.7. Cyberpunk, mechas, las distintas caras del shojo: Peni Parker y SP//dr

Los personajes de Peni Parker junto al robot de nombre SP//dr se han diseñado de forma totalmente distinta a como son mostrados en sus cómics. No obstante, sus adaptaciones dentro de *Spider-Man: Un nuevo universo* forman una unión muy interesante de distintos géneros del manga y del anime.



Figura 32 y Figura 33: Comparación entre los personajes del cómic y su versión en la película. Figura 32 obtenida de <https://spider-man.fandom.com/> y 33 extraída de la película. © Marvel © Sony Pictures Entertainment

Las decisiones artísticas de la película sobre estos dos personajes, en relación con su representación en los cómics, terminaron con un mayor grado de estilización, con formas grandes como cabeza y ojos; unido a las formas delgadas y punzantes de las extremidades; con elementos simplificados como nariz, boca o partes mecánicas del robot. Tiene una animación mucho más limitada que la de Miles, entre los 8 y 6 frames por segundo. Esto no ocurre para representar la inexperiencia como ocurre con Miles, si no como homenaje al anime.

Su diseño de apariencia «simple» contiene varios elementos del *shojo* y las *magical girl* por un lado; junto al *cyberpunk* y el *mecha*, por otro. Es curioso además cómo estos géneros, aunque en la actualidad se ha reducido esta brecha, tradicionalmente se han dividido como «géneros para chicas» y «géneros para chicos», uniéndose en un mismo concepto.

Aunque la animación japonesa comienza alrededor de 1910, en la sociedad occidental se comienza a tener constancia de ella a partir de la década de los ochenta, cuando se empiezan a

emitir las series *anime* en televisión. Sin embargo, es con de *Akira* (Katsuhiro Otomo, 1988) cuando Europa y América comienzan a tomarse en serio este sector.

El motivo por el que *Akira* supuso un antes y un después se debe al excepcional trabajo técnico, la compleja animación y su estilo artístico, ambos centrándose en los máximos detalles. También al contenido adulto de sus escenas, haciendo que el espectador occidental observe el horror y la desesperación del apocalipsis y la distopía que los japoneses tienen interiorizado desde la Segunda Guerra Mundial.

Akira sigue alimentando al imaginario creativo mundial, y es reconocible dentro de *Spider-Man: Un nuevo universo* tanto en el diseño de SP//dr como en sus efectos especiales. La referencia más clara está en la explosión del colisionador por la ciudad de Brooklyn, similar a la explosión de Neo Tokyo en la producción japonesa. En lo que se refiere al robot, su aspecto guarda semejanza con la moto roja de Kaneda, con su diseño ciberpunk, curvilíneo y aerodinámico.

La distopia apocalíptica fue uno de los temas iniciales entre los ochenta y los noventa en la animación japonesa. Del ciberpunk, pero siguiendo con la idea de amenaza en Japón sobre algo enorme que amenaza la ciudad, la otra influencia para el personaje de SP//dr es el *mecha*. Comparte con el ciberpunk el alto contenido tecnológico, pero en este caso se centra en cómo el piloto de una máquina humanoide gigante salva la ciudad contra la amenaza de criaturas de semejante tamaño. Lo que hace que funcione tan bien en este género no es que la trama se centre en sobre cómo el héroe y su máquina salvan la ciudad; si no en cómo tratan el complejo mundo emocional y social del piloto, lo que crea contraste con el cuerpo acorazado sin identidad e infalible del mecanismo que maneja.



Figura 34: *Character sheet* de las unidades EVA. SP//dr tiene un diseño muy similar.
© Hideaki Anno

Uno de los mayores representantes del *mecha*, el cual además está realizado como una deconstrucción del género es *Neon Genesis Evangelion* (Hideaki Anno, 1995) (**Figura 34**). La serie se sitúa en un futuro distópico donde la tecnología ha avanzado como arma de defensa tras la catástrofe conocida como El segundo impacto. El miedo, la incertidumbre, los problemas de la adolescencia y las relaciones frías en la sociedad serán los puntos clave de la serie.

De nuevo la complejidad en su animación, extraordinariamente acatada con un presupuesto insuficiente para las aspiraciones del proyecto, inspiró a toda una generación tanto dentro como fuera de Japón. La mezcla de términos biológicos, militares y religiosos, temas sexuales, filosóficos y psicológicos hablaban de la depresión que Año sufrió unos años antes, lo que hizo que todos estos temas conectaran con sus espectadores a un nivel personal.

Hayao Miyazaki, en su debut como director, también trató el tema postapocalíptico, años antes del lanzamiento de *Akira*, con *Nausicaä* (1984). Sin embargo, Miyazaki aportó al mundo del manga y del anime mucho más que la preocupación por las consecuencias de la guerra sobre las relaciones interpersonales, la fauna y la flora. La creación de personajes femeninos fuertes, valientes y decididos, así como compasivos, fue lo que marcó un antes y un después en las producciones japonesas.

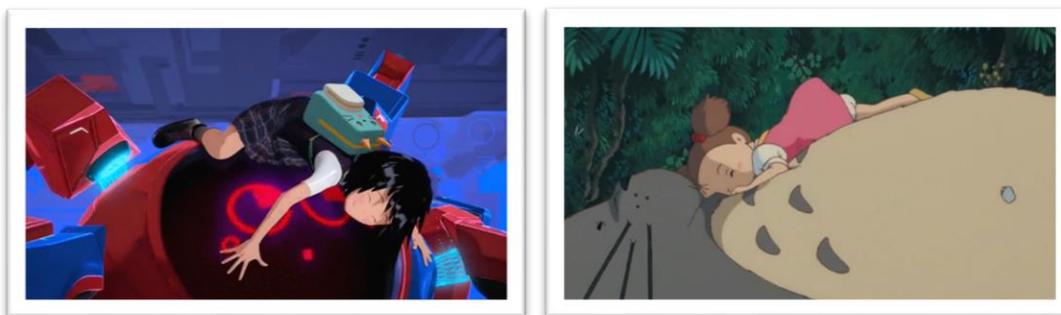


Figura 35 y Figura 36: Comparación entre Peni y SP//dr con Mei y Totoro. Extraídas de sus películas. © Sony Pictures Entertainment © Studio Ghibli

Los creadores de *Spider-Man: Un nuevo universo* han afirmado que el uso del color y el trabajo fantástico de las obras de Miyazaki inspiraron al equipo en el desarrollo de la película. El carácter valiente de Peni recuerda al arquetipo de personaje femenino de Miyazaki como Nausicaä, Chihiro, o Kiki. Su relación con SP//dr es muy similar a cómo las vecinas de Totoro interactúan con la criatura en *Mi vecino Totoro* (1988). Incluso la forma ovalada del robot recuerda al cuerpo de la mascota de Ghibli (**Figura 35 y Figura 36**).

La otra cara de la representación femenina en la animación y lecturas japonesas se corresponde a la categoría del *shojo*¹⁵, lo que significa que se centra especialmente en los «intereses de las chicas». Suelen tratar temas variados, desde el romance, el drama o la comedia, pero sobre todo se caracterizan por los mundos de ensueño, la viveza de los colores y la alegría que transmiten. Uno de los subgéneros dentro del *shojo* más reconocibles es el de las *magical girls*, cuya fama volvió a mediados de los años noventa con el anime de *Sailor Moon* (1992), en el que Bunny y sus compañeras poseían poderes mágicos con los que deberán defender la Tierra y a la princesa de la luna.

La serie triunfó debido al encanto de sus protagonistas jóvenes y bonitas con poderes, unido a unas transformaciones vistosas, objetos mágicos y elementos femeninos. Las poses dinámicas y con fuerza de las guerreras alimentaron la imaginería de creadores posteriores, y son una clara influencia en la teatralidad de los movimientos de Peni Parker.

5.1.1.8. *Manifestaciones artísticas populares. Del museo a la calle:*
Miles Morales

Spider-Man: Un nuevo universo no se limita únicamente en inspirarse de los distintos géneros del cómic americano, del manga o del anime. Va más allá. El equipo de Sony Imageworks exploró en las corrientes del arte la forma de dar un toque distintivo a la película y a Miles Morales un contexto que hablara sobre sus intereses personales y lo distinguiera de cualquier otro Spider-Man. Los *glitches* que sufren los protagonistas no pertenecientes a la dimensión de Miles se representan como las figuras cubistas de Pablo Picasso en las que se ven diferentes lados de los personajes gracias a la proyección de diferentes cámaras sobre el mismo individuo (**Figura 37**).

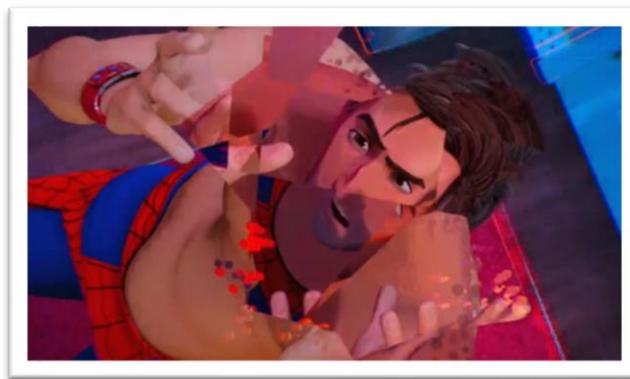


Figura 37: Con el uso de siete cámaras diferentes se realizó el efecto de *glitch* con inspiración cubista. Extraído de la película. © Sony Pictures Entertainment

¹⁵ *Shojo* significa literalmente «pequeña mujer».

La película tiene un aire estético que se asimila a los estilos del *pop art*, movimiento artístico que surgió como respuesta a las tendencias abstractas de las nuevas vanguardias tras la Segunda Guerra Mundial, y fue realizado por artistas que comenzaron su carrera en el arte comercial. Andy Warhol y Ed Ruscha eran diseñadores gráficos, y James Rosenquist realizaba carteles publicitarios. De la publicidad extrajeron el lenguaje que fusionaron con las cuestiones y subjetividades del arte.

En *Spider-Man: Un nuevo universo*, se aprecia la influencia de la cultura pop con el Peter Parker del universo de Miles. Su versión de Spider-Man es un ícono famoso de Estados Unidos. Tiene sus propias marcas de cereales, refrescos, helados, vehículos y hasta un disco de canciones navideñas. Su imagen se anuncia en las grandes pantallas de las calles de Nueva York, y su muerte reúne a miles de ciudadanos portando máscaras y trajes del superhéroe en un evento dedicado especialmente a él.

Entre los artistas del *pop art*, el neoyorkino Roy Lichtenstein es la figura más destacada en el uso del lenguaje de los cómics de guerra y romance de la editorial DC, llevándolo al escenario de los museos. A pesar de que la obra de Lichtenstein no era original —realizaba cambios mínimos en las viñetas de las que se inspiraba—, sería quien llevara los puntos Ben Day¹⁶ a consideración como un método de representación estética más allá de ser únicamente el resultado de un método de impresión. La obra de Roy Lichtenstein es reconocible por realizar a mano lo que se producía de manera industrial. A parte de estos puntos, rellenaba de forma sólida con colores limitados y realizaba líneas negras muy marcadas a las que añadía bocadillos, textos con tipografías típicas del cómic, onomatopeyas y en general el lenguaje típico de este medio.

Los gustos por el grafiti de Miles Morales y su vestimenta holgada similar a las ropas del rap y el baloncesto no son las únicas cosas que lo ligan al movimiento del *hip hop*; y es que la ascendencia y lugar de residencia de Miles mantiene un gran paralelismo con la subcultura. Su padre es afroamericano, su madre puertorriqueña y residen en Brooklyn en la ciudad de Nueva York.

En esta misma ciudad en la década de los setenta, los jóvenes afroamericanos y puertorriqueños desarrollaron el *hip hop* como una forma de manifestarse contra las desigualdades sociales y expresar su desconformidad con la situación económica y política de los barrios más pobres en

¹⁶ Los puntos Ben Day se reconocen por ser la trama de puntos de color causada en el método de impresión que los cómics emplearon entre 1950 y 1970. De manera muy económica creaba degradados y colores secundarios con el uso de los colores primarios.

los condados de Bronx y Manhattan. Este movimiento se conforma de distintas manifestaciones de la calle, siendo las principales el *DJ*, el grafiti, el *MC* y el *break-dance*.

Como aquellos jóvenes, Miles utiliza sus habilidades artísticas para desahogarse mediante el grafiti. En esta rama artística del *hip hop* es habitual realizar con pintura en espray firmas, mensajes, textos abstractos y piezas figurativas realistas o estilizadas en espacios urbanos de forma ilegal (**Figura 38**).

Aunque en la prehistoria los hombres ya pintaban en las paredes de sus cuevas, las primeras muestras de escritos destinados a un público anónimo se encuentran en la Antigua Grecia en vasijas que pertenecían a lugares públicos y contenían mensajes desde acusaciones sobre temas promiscuos a avisos sobre actividades criminales (Lewisohn, 2009, pág. 26). Curiosamente, el renacer de estas prácticas en Nueva York durante la década de los 70 también se relaciona con elementos movibles que hacen que el mensaje llegue de un lugar a otro: los coches de metro. Jugaron con los mismos lenguajes del *pop art*: tipografías, elementos del cómic y figuras icónicas de los medios de masas. Sin embargo, estaban en la calle y espacios públicos o abandonados, no en los museos.



Figura 38: *No expectations*. Grafiti en la película realizado por Miles Morales por la frustración de estar donde no quiere. Extraído de la película. © Sony Pictures Entertainment

6. Mi turno. Memoria trabajo práctico

El último gran escalón de este proyecto ha sido la realización de una pequeña pieza que pudiera demostrar hasta dónde puede llegar un usuario medio en la producción de una animación 2D/3D mediante el uso de herramientas muy accesibles, tanto por su precio, como por cuántos conocimientos requieren previamente antes de ser utilizados.

El software utilizado en la pieza ha sido el siguiente:

- Blender: De código abierto y gratuito, este software es mayormente conocido por ser empleado en la creación, animación, iluminación y renderizado de objetos 3D, pero casi podría haber sido empleado para hacer el proyecto por completo, ya que el software dispone además de editor y compositor de video, y un espacio para dibujar en 2D. Es la mejor alternativa para Maya o 3DMax, los softwares estándar en la industria —ambos mediante suscripción mensual de 267 €—.
- Procreate: Una aplicación muy conocida para dibujo en 2D en el iPad, cuyo precio es únicamente de 10,99€, haciendo totalmente innecesario el pago mensual de una suscripción en Photoshop —12,09€ al mes—.
- Clip Studio Paint Ex: Otra alternativa a Photoshop, siendo también una alternativa para programas de animación 2D como ToonBoom Harmony o TVPaint. El más caro de todos los programas empleados ya que la versión pro —permite animar— cuesta 99,00€. Sin embargo, sigue siendo una mejor opción al pago mensual de Photoshop, el de ToonBoom Harmony (la versión más simple puede ser de un único pago de 425€ al mes) o TVPaint —un pago único de 500€ para la versión estándar y 1250€ para la versión profesional—.
- After Effects: En esta ocasión, podría haber sido más barato trabajar con DaVinci Resolve (que dispone de una versión gratuita), pero suponía aprender el programa desde 0 en un tiempo limitado, por lo que se ha preferido trabajar con el software de Adobe, el cual tiene un precio de 24,19€ al mes.

6.1. Preproducción

Lamentablemente, debido a problemas técnicos con el iPad, cierto material de la preproducción se ha perdido. Se han podido recuperar algunas piezas de redes sociales y mensajería privada. Otros archivos se trabajaron en el ordenador personal, por lo que no ha habido ningún problema con ellos.

6.1.1. ¿Qué realizar? Ideas.

Uno de los obstáculos más temibles para cualquier autor es el papel en blanco, ya que es el punto de partida que determinará todo lo que sucederá a continuación durante un largo periodo de tiempo. Después de explorar mil ideas entre conceptos épicos, fantásticos, sobre la vida cotidiana, bonitos/monos... se concluyó que una estética urbana con cierto grado de futurismo podría resultar visualmente atractivo. Se pensó en el diseño de un personaje no fuera completamente humano, con características felinas, un vestuario y colores llamativos. Como homenaje a *Spider-Man: Un nuevo universo*, la idea principal de la toma que se realizaría una presentación de la protagonista, con una clara referencia a las escenas en las que los protagonistas de la película se introducían como «hagamos esto por última vez»

6.1.2. Arte conceptual: AkA la protagonista

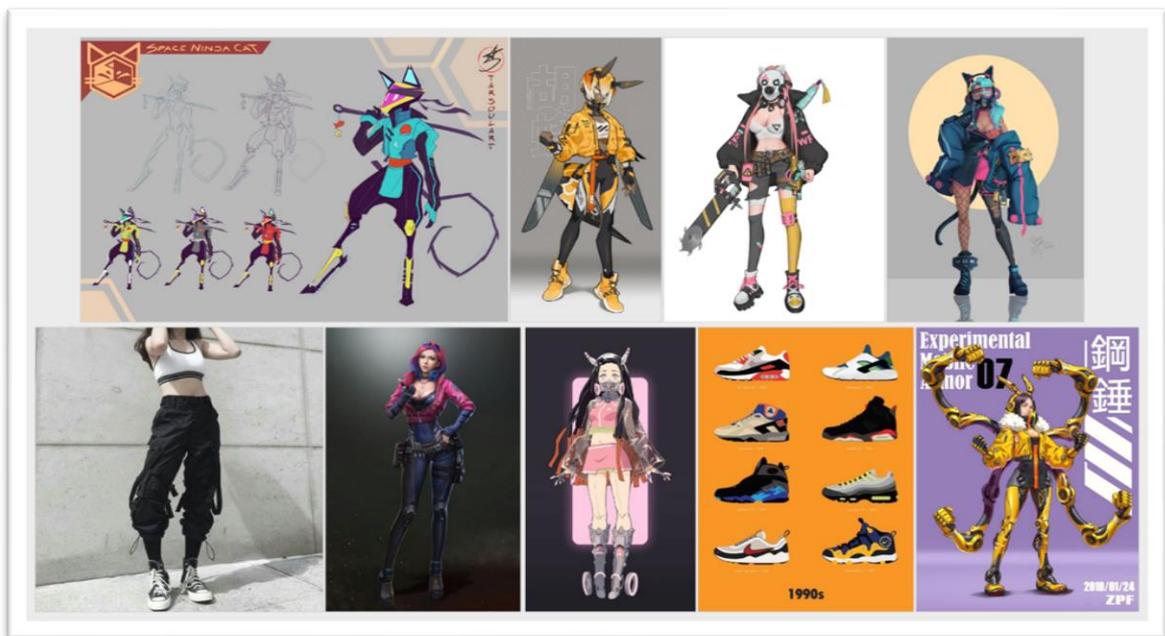


Figura 39: Referencias empleadas en el proceso de investigación dentro de la fase de arte conceptual de la protagonista.

Para realizar los primeros esbozos del personaje, se observaron diferentes diseños de otros artistas (**Figura 39**), así como elementos de ropa que podrían encajar con la estética que se buscaba. Autores de izquierda a derecha:

- Space Ninja Cat READY, por Kati StarSoulArt.
- Encontrado en Pinterest, autor desconocido.
- Design, por Vee LA.
- DJ, por Y0YI .
- Encontrado en Pinterest, autor desconocido.
- 全民突击 wefire 小师妹 人物宣传 por tian zi.
- Cyberpunk 鬼滅の刃 por Lulu Yang.
- Encontrado en Pinterest, artista desconocido.
- Encontrado en Pinterest, autor desconocido.



Figura 40 y Figura 41: Arte conceptual de Aka, pruebas de color y diseño final.

Como antes se mencionaba, los bocetos más preliminares de Aka se han perdido debido a un contratiempo con el iPad. Por suerte, se pudieron conservar los bocetos finales (**Figuras 40 y 41**). Se diseñó un ser humanoide con características felinas, ya que la idea de la existencia de seres humanos cruzados con particularidades de animales ya desprendía de cierta ciencia ficción. Se la vistió con pantalones y chaqueta holgados, con unas deportivas inspiradas en las zapatillas de los 80 pero con un aire retro-futurista. Se ideó con un diseño atlético, y se buscaron paletas de colores muy llamativas, eligiéndose al final la de los tonos morados y rojos.

6.1.3. *Arte conceptual: escenario*

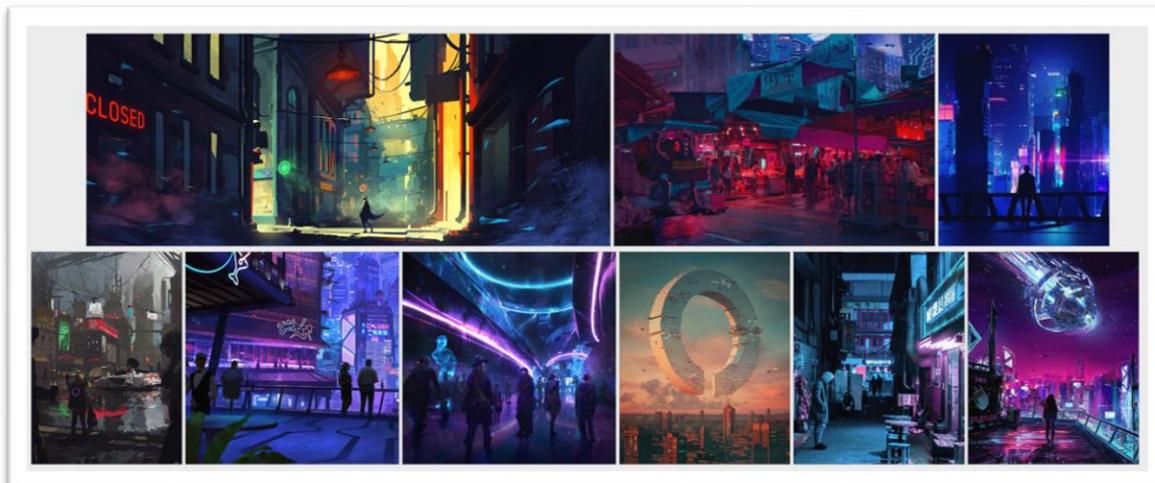


Figura 42: Referencias empleadas en el proceso de investigación del arte conceptual del escenario.

Para el escenario, se decidió que los eventos ocurrieran en el exterior, en las calles de una ciudad por la noche, iluminada por las luces de neón de los locales. Los colores predominantes serían el azul contrastado por luces rosadas y violetas. Se buscaron referencias que pudieran servir de base para esta idea (**Figura 42**).

En un primer momento se planteó la posibilidad de que hubiera tecnología por doquier en todos lados, y un gran elemento sobrevolando el cielo de la ciudad, de forma que resultara amenazante, y así darle cierto contexto a la historia. Al final se recurrió a una idea mucho más simple, una calle silenciosa a altas horas de la noche, sin ninguna clase de movimiento. Los bocetos del escenario son irrecuperables, pero tenemos las referencias (**Figura 42**). De izquierda a derecha, sus autores:

- Canceled Project, por Anton Fadeev.
- Egg Carrier, por Scarlett Fu.
- BLUES CLUES, por Abel Chan Arce.
- 15th September, por Ismail Inceoglu
- The Highlife, por James Ross McNab
- Cyberpunk Nightclub, por Rutger van de Steeg.
- PLATINUM.OO, por Mike Winkelmann
- -Encontrado en Pinterest, autor desconocido.
- Endgame, por Alena Aenami.

6.1.4. *Storyboard*

Para la planificación de la animación, se realizaron dos storyboards, uno mucho más complejo (**Figura 43**) que el otro (**Figura 44**). Ambos fueron diseñados para que funcionaran en repetición, con elementos típicos de los cómics como las cartelas y las onomatopeyas.

El primero mostraría a AkA observando la inmensa ciudad en busca de actividad criminal, cuando escucha el zumbido de uno de los robots-esbirro que molestan en el vecindario. En un primer intento de atraparlo, tropieza y cae, pero rápidamente se recupera y golpea de una patada al robot. AkA tomaría de nuevo asiento para observar la ciudad, y todo volvería a repetirse.

Se buscó más acción y poses con mucho más dinamismo, y un montaje característico en el que las escenas aparecerían como viñetas de cómic; pero debido a que durante la producción, la fase de *rigging*¹⁷ del personaje no fue realizada por un experto, las poses extremas que se esperaban realizar en la animación quedaban muy irreales, haciendo que el personaje se saliera de modelo, por lo que se decidió ir a por algo mucho menos pretencioso.

Sería entonces cuando se realizaría el segundo storyboard. Mucho más sencillo, muestra las calles de una ciudad demasiado tranquila. Por alguna razón, AkA ha sido citada en medio de la noche en el punto en el que nos encontramos como espectadores, pero no aparece nadie. AkA se impacienta y, de repente, escucha una llamada de auxilio. Es entonces cuando sale corriendo, de forma que muestra su supervelocidad.

Al tratarse de una sola toma, se había abandonado la idea de que apareciera como si de viñetas de cómic se tratara. Sin embargo, durante la postproducción, se observó que todavía continuaba siendo una idea factible que añadía cierto encanto a la escena.

¹⁷ El rigging es una fase dentro de la creación de personajes para animación donde se les otorga unos huesos y controles a las distintas partes del modelo, creando una especie de marioneta digital que posibilita animar al personaje de forma eficiente.

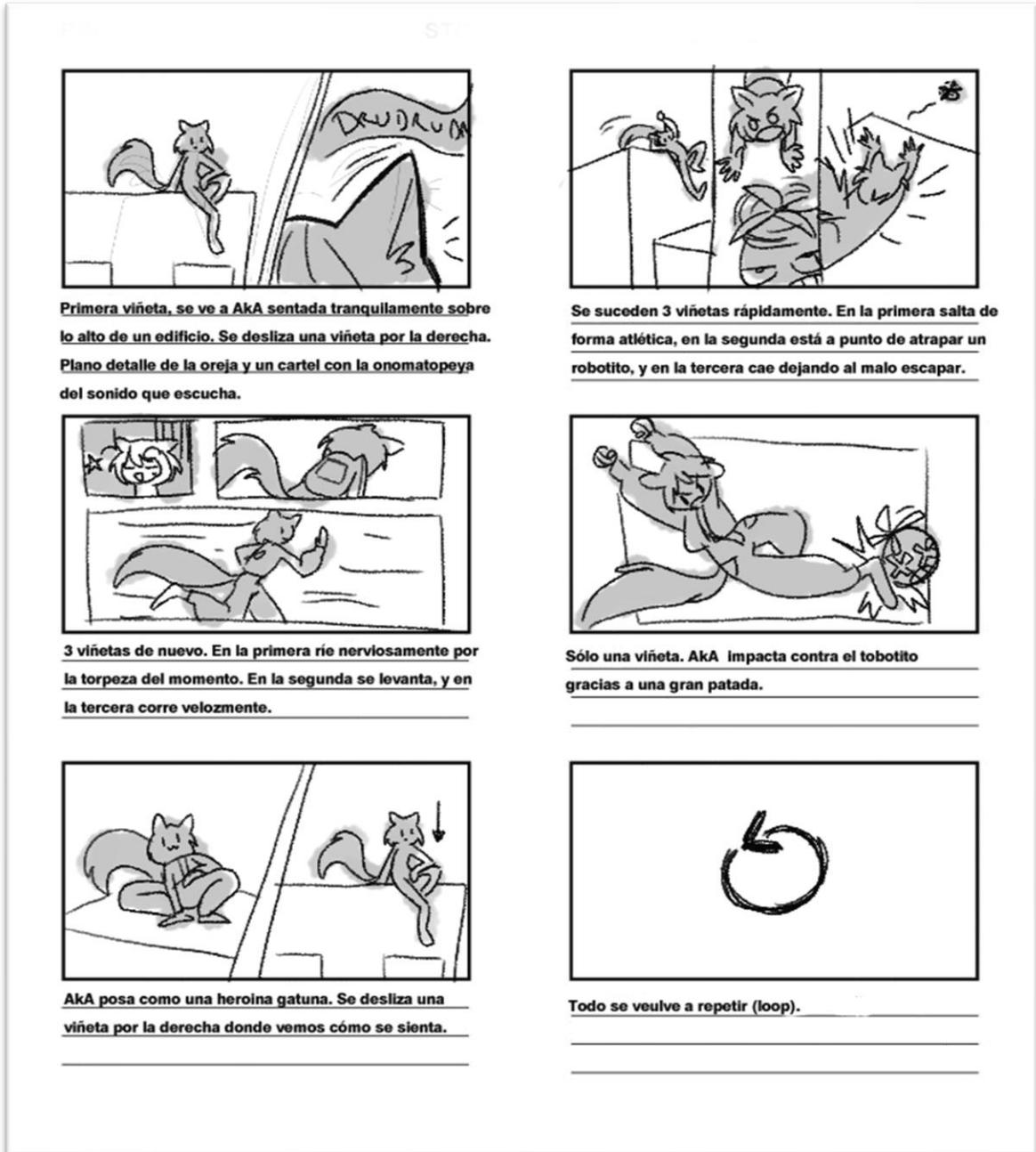
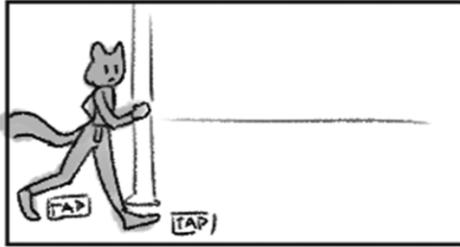


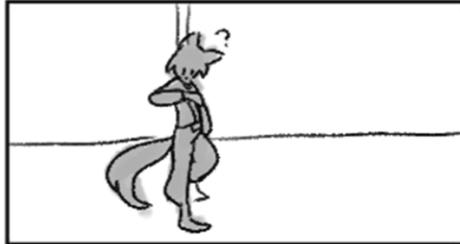
Figura 43: Primer storyboard realizado.



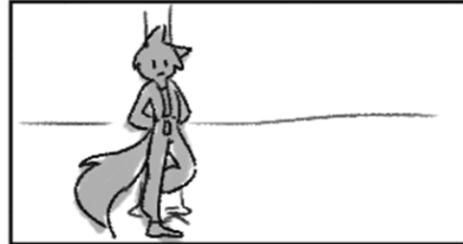
AkA llega a la escena caminando con cierta prisa, aparecen carteles con la onomatopeya de sus pasos.



Se apoya sobre una farola. Espera.



Mira su reloj. Se muestra una interrogación.



Se impacienta. Se muestra con el pie moviéndose.



Mira hacia alrededor. Todo está muy tranquilo.



Aparece un bocadillo de muchas puntas con un mensaje de auxilio.



AkA sale corriendo a gran velocidad con efectos.



El escenario queda vacío (se puede hacer un loop)

Figura 44: Segundo storyboard realizado.

6.2. Producción

6.2.1. *Añadiendo la tercera dimensión*

Una vez elegido el diseño final de AkA, comienza la realización de su modelo en tres dimensiones.

En un primer momento, se trató de utilizar el software gratuito de MakeHuman con el fin de agilizar el proceso de creación del personaje, ya que cuenta con varias ventajas: por ejemplo, sin tener grandes nociones de esculpido tridimensional, se puede obtener una malla de un ser humano personalizado según los parámetros que se indiquen, con una topología¹⁸ muy bien realizada, y que directamente puede exportarse a cualquier software de animación 3D con el pesado de huesos ya realizado e incorporado.

La parte negativa de este proceso es que los modelos son demasiado realistas para los resultados que se esperaban obtener en el proyecto, por lo que se terminó descartando y realizando de la forma convencional.



Figura 45: Primer intento de realizar la base de AkA mediante el software gratuito MakeHuman.

¹⁸ La topología es la estructura de polígonos que forma la malla del modelo en 3D.

6.2.1.1. Esculpido de personaje y retopología

Para realizar el esculpido en 3D, se utilizó el software de Blender 2.8. Esta fase es a la vida real lo que sería modelar en arcilla. Durante este proceso, la organización y forma de los polígonos que forman la estructura de la malla no son importantes, ya que eso se trataría en la fase de retopología (**Figura 48**). Lo que realmente importa es que el aspecto del personaje sea una fiel representación de nuestro arte conceptual.

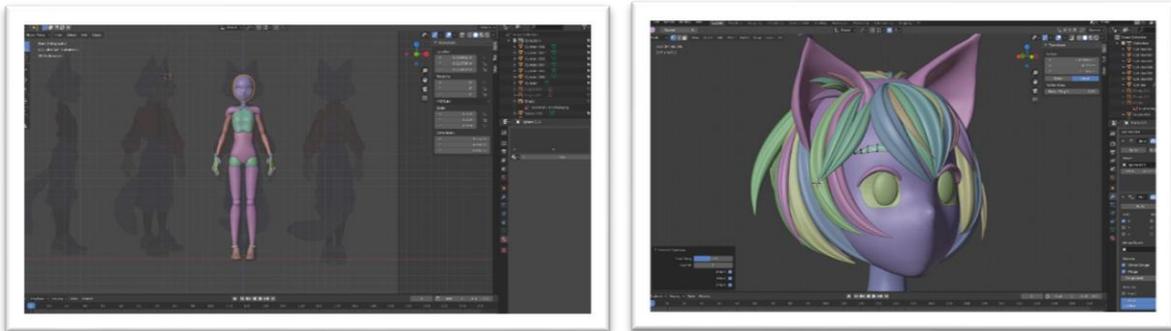


Figura 46 y Figura 47: Fase de *blocking* durante el esculpido y creación del peinado de Aka mediante curvas.

Para ello, el primer paso que se realizó dentro del esculpido fue lo que se denomina *blocking* (**Figura 46**). Supone colocar formas muy básicas que componen la figura de nuestro personaje: igual que cuando realizamos un boceto al dibujar. Este *blocking* después se unificó para formar una sola malla y poder así trabajar el cuerpo al detalle.

El pelo se realizó mediante curvas Bézier que, con la ayuda de otra curva que define la forma de la superficie de las primeras curvas —esto da como resultado una especie de tubo—, puede dar un resultado de peinado muy estilizado al indicar que el grosor de las puntas sea lo más fino posible, mientras que por el centro de la curva tenga un grosor más grueso (**Figura 47**). Se trabajó con un visionado de color de los objetos aleatorio para así poder identificar mejor los elementos.

6.2.1.2. Retopología

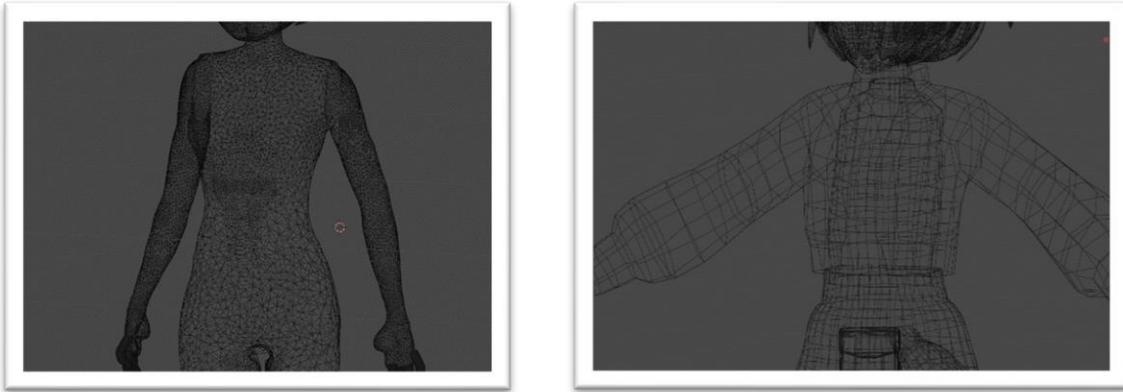


Figura 48 y Figura 49: Comparación entre el wireframe del modelo en la fase de esculpido y la fase de retopología.

Una vez realizada la malla base del cuerpo, se optó por realizar directamente la retopología: es decir, no se realizó la ropa mediante la fase de esculpido. Realizar una retopología supone volver a realizar la figura, polígono a polígono, esta vez sí teniendo en cuenta el flujo de cómo los polígonos construirán la malla (**Figura 49**), de forma que al ser animados no creen cuerpos extraños.

Por este motivo, como ahora la malla tendría una construcción lógica, se concluyó que sería mucho más eficaz seleccionar la parte del cuerpo donde estaría la ropa y simplemente extruir las caras elegidas, deformando las zonas que sean más holgadas en la ropa (**Figura 49**).

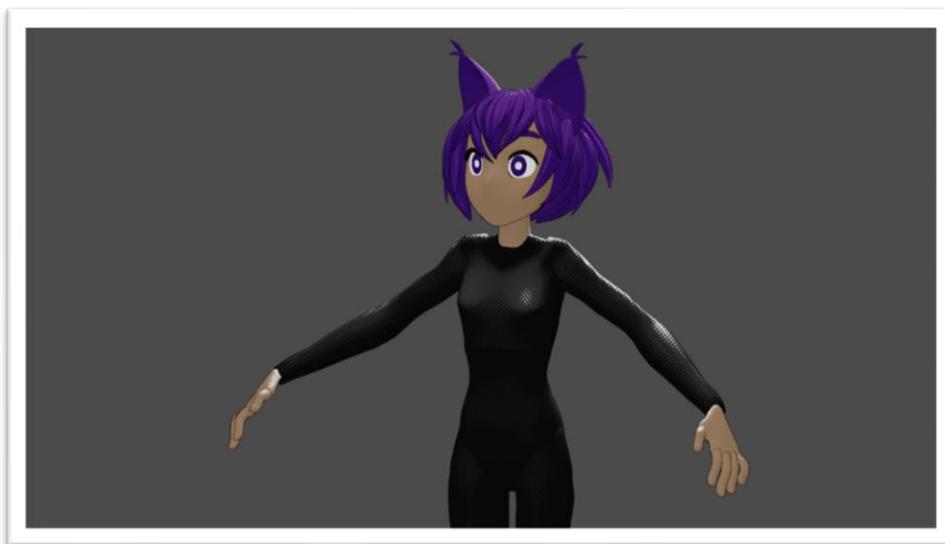


Figura 50: Primera prueba de materiales sobre el modelo.

También se realizaron las primeras pruebas de los materiales que se utilizarían sobre el modelo (**Figura 50**). Se buscó, sobre todo, que la luz se reflejara de forma muy mate, mientras que las sombras estuvieran más remarcadas. Más tarde, sin embargo, se optó porque el material no mostrara ninguna clase de sombra, ya que su aparición daba un aspecto muy irreal, alejado de la idea de que pareciera un dibujo realizado a mano.

Una vez realizado todo el tedioso proceso de retopología, se realizó el mapeado de texturas, o mapeado UV¹⁹ (**Figuras 54-57**), que es una especie de desplegado de las formas tridimensionales en una superficie plana. Esto facilita el proceso de pintado de texturas, que también se realizó en Blender, aunque puede realizarse en cualquier software de edición de imagen. Se emplearon colores planos, con sombras falseadas en el cuello, las axilas, el pelo y en general, cualquier tipo de pliegue, y se puso sobre toda la figura un ligero degradado para que no fuera totalmente plano como elección artística (**Figuras 51-53**).



Figuras 51, 52 y 53: Vistas del personaje ya pintado.



Figuras 54, 55, 56 y 57: Mapas de texturas de Aka.

¹⁹ Lo más parecido al mapeado de UVs es la papiroflexia: imaginemos la típica plantilla de un cubo desplegado. En él podremos pintar lo que queramos, por ejemplo, dibujar unos puntos para convertirlo en un dado. Una vez lo construyamos, lo que hemos pintado en las caras planas pasará a estar en un plano tridimensional.

Una vez terminado el proceso de construcción del modelo, se dispusieron los huesos (**Figura 58**) y se realizó su correspondiente pesado: es decir, determinar cuánto afecta en la malla cada hueso. Una vez terminado, en este punto ya se podría comenzar a realizar la animación, y de hecho por economía de tiempo así se hizo, pero lo ideal habría sido realizar lo que se conoce como un *rig* avanzado, que consiste en generar controladores que facilitan y hacen mucho más eficiente el proceso de animar. Esto determinó que la animación no pudiera complicarse mucho más que un caminado básico y ciertas acciones no demasiado complicadas para no hacer que el personaje se saliera de modelo. La animación se realizó en curvas *stepped*—los *keyframes* se mantienen firmes hasta el siguiente *keyframe*, o lo que es lo mismo, no se interpolan entre sí—.

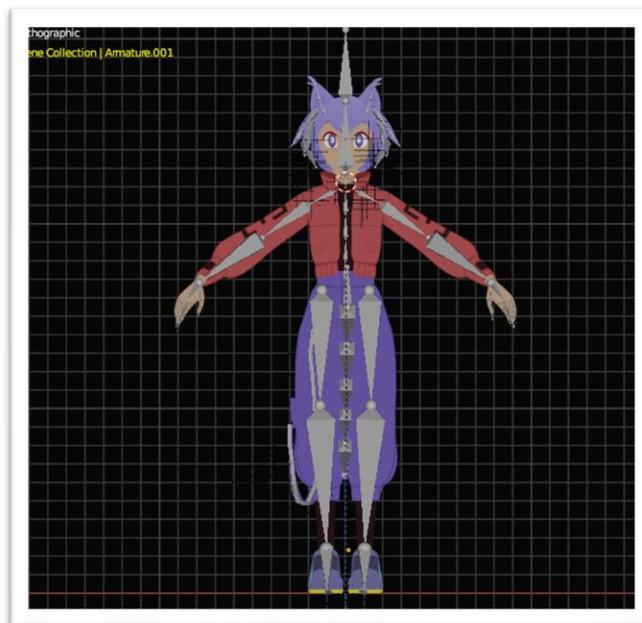


Figura 58: Esqueleto de AKA.

La animación no se realizó con el personaje dentro del escenario, sino que una vez acabado, el escenario se renderizó y se incorporó como un plano dentro del espacio de trabajo de la animación del personaje. Esto se realizó así porque se buscaba cierta imperfección ya que, como mencionaban el director Danny Dimian en *Spider-Man: Un nuevo universo*, la animación tridimensional es demasiado perfecta. Además, se le añadió por detrás una luz de recorte que la separase del fondo.

6.2.2. Creación de escenario

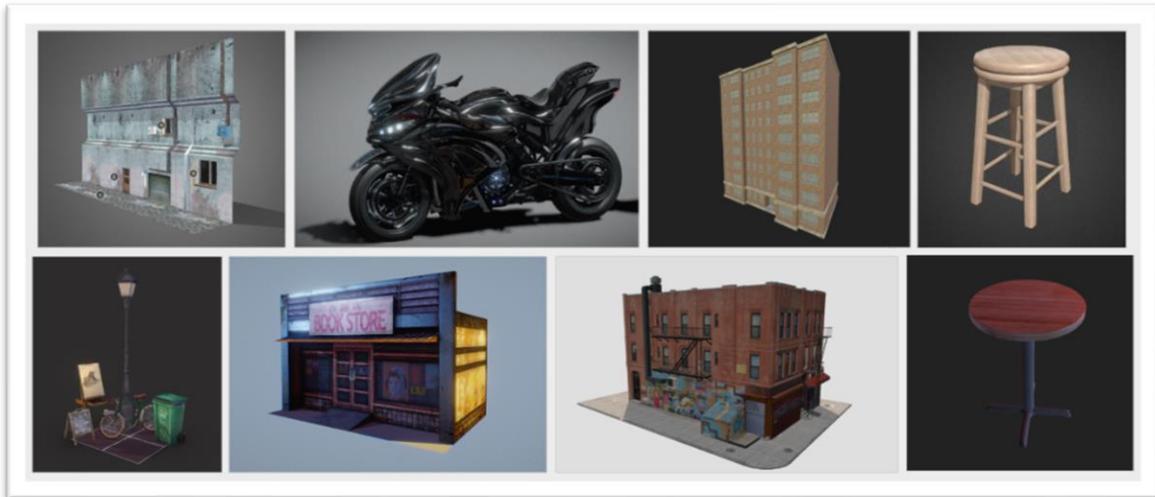


Figura 59: Assets utilizados para la creación del escenario 3D. Obtenidos de <https://sketchfab.com>

Para crear el escenario, se emplearon modelos ya creados por artistas terceros (**Figura 59**) bajo licencia de Creative Commons. Todos los modelos se obtuvieron de la página <https://sketchfab.com>.

De izquierda a derecha:

- Narrow Street Photorealistic por MushyDay.
- Motorcycle SZH2I2 Demo por chambersu.
- Brick Apartment (Modular Building Test) por Renafox.
- Simple Wood Stool por Blender3D.
- Streets of Montmartre prop preview por Bryan van der Linden.
- Japan Book Store (Loy Poly) por Chris Sweetwood.
- Ny building (fixed) por John_Constantine.
- Table - Hightop por mozillareality.

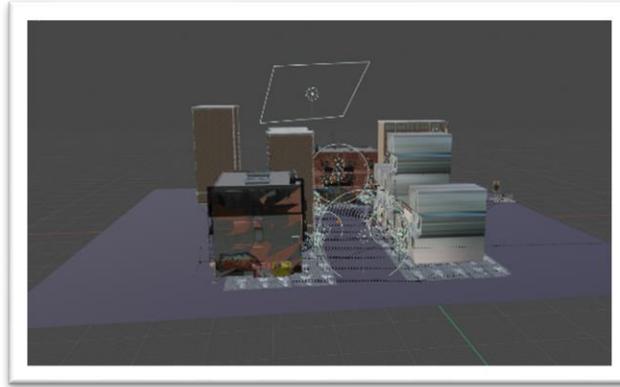


Figura 60: Disposición de los elementos junto al sistema de luces desde la vista de previsualización de Blender.

Dichos elementos se dispusieron sobre el escenario tridimensional, y se realizó un iluminado de la escena (**Figura 60**). Los colores que se eligieron para escenificar la calle durante la noche fueron la gama de morados, con cierto contraste con luces amarillas (**Figura 61**). También se emplearon otras luces de otras gamas tonales, pero decidieron eliminarse durante la fase de pintado, donde se eliminaron fallos en la escena, se mejoraron los colores y se le dio un aspecto más artístico mediante el uso de pinceles por encima de la imagen ya renderizada (**Figura 62**).



Figura 61 y Figura 62: Comparación entre el escenario renderizado con el motor de Cycles en Blender y la versión editada con pinceladas y corrección de color en Clip Studio Paint Ex.

6.2.3. Diseño de cartelas



Figura 63 y Figura 64: Creación de cartelas inspiradas en el cómic.

Se realizó mediante el software de dibujo Clip Studio Paint Ex cartelería propia de los comics para evidenciar la influencia que tenían sobre la toma que se iba a realizar (**Figuras 63 y 64**). En la postproducción, además, se incluyó en fuente ciertas onomatopeyas escritas en blanco. La fuente empleada es CC Wild Words.

6.3. Postproducción



Figura 65: Imagen de referencia para la fase de postproducción.

Lo primero que se realizó durante la fase de postproducción fue una imagen de referencia con el escenario y el modelo ya realizados para saber qué resultado se buscaba mediante la postproducción.

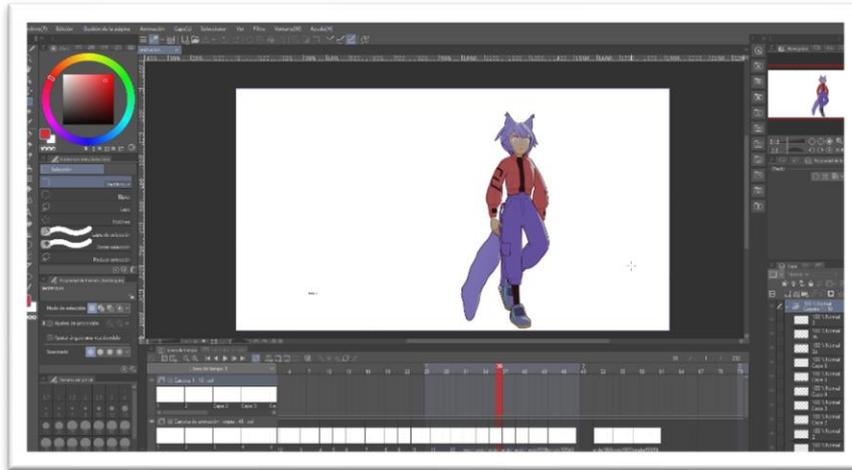


Figura 66: Interfaz del programa Clip Studio Paint Ex, donde se muestran los frames ya renderizados con la animación de nuestro personaje, en una etapa de corrección de ciertos fallos y añadido de expresiones.

Por otro lado, también se retocaron ciertos fallos en el renderizado del modelo, siendo el más importante que, aunque se buscó un renderizado con una línea ya dibujada sobre el modelo, ésta no siempre se veía bien, haciendo necesario unos pequeños ajustes de dibujado sobre ella (**Figura 66**).

También se dibujaron por encima la boca y las expresiones mediante las cejas. En un principio, esto se había tratado de realizar en Blender, ya que el programa tiene muy desarrollada la herramienta de Grease Pencil, que, entre otros usos como la animación 2D, también puede ser adherida a la malla y así poder añadir líneas animables al modelo. Por desgracia no terminaron de quedar lo suficientemente creíbles, por lo que se optó por la posterior edición.

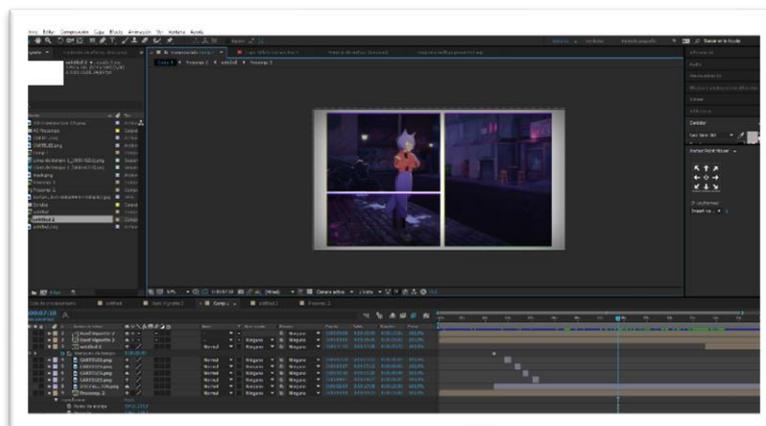


Figura 67: Interfaz de After Effects, donde se muestra cómo se compuso la escena.

Por último, se realizó el montaje mediante el software de After Effects. Como la animación del personaje y el fondo se renderizaron por separado, fue muy fácil añadir efectos y corregir colores sobre ambos (**Figura 67**).

Sobre el modelo, mediante una máscara y un plano sólido, se añadió una sombra totalmente plana que fue animándose *keyframe* por *keyframe* para que añadiera una estética *anime* a la escena, así como una sombra degradada como elección artística personal.

También como efecto artístico, se duplicó toda la composición y se utilizó por encima de todas las capas con un ligero desenfoque gaussiano y el modo de fusión “Aclarar”, con una opacidad del 40%, para añadir una ligera iluminación.

El efecto de velocidad en el que se desintegran los colores se realizó con un efecto de “Mapa de desplazamiento” para descomponer la figura; y con tres copias de la misma, cada una con un canal distinto activado en el efecto “Cambiar canales”: uno en rojo, uno en verde y otro en azul. Los tres fragmentos tienen activados el modo de fusión “pantalla”. Si lo dejáramos así, seguiríamos viendo los mismos colores, ya que los tres canales están actuando como los colores de una pantalla RGB. Sin embargo, al activar el *motion blur* únicamente al canal rojo, obtenemos el cambio de color a unos tonos más celestes.

Por último, se pensó que la toma podía aceptar el recurso de viñetas que se había planteado durante el primer *storyboard*. La composición ya lista se incorporó a una nueva composición donde se emplearon tres máscaras que dividía por partes la escena: la mitad izquierda de la composición se dividía en dos partes, lado en el que se encuentra principalmente el personaje, haciendo que se fragmente en una parte alta y otra baja; la otra mitad consta de una sola parte, que muestra el resto del escenario, así como lo solitaria que se encuentra AkA. Como recurso artístico, se volvió a realizar otra composición que multiplicaba por cuatro lo que se acababa de hacer. La que estaba por encima de todas no tenía nada de especial, pero las tres por debajo utilizaban el mismo recurso empleado para el superpoder de velocidad de AkA, es decir, cada uno utilizaba un canal entre rojo, verde y azul. A esto, se le añadió un pequeño *wiggle* a cada canal para que se mostrara como efectos de aberraciones de color. Los carteles de inspiración de cómic y la última pose antes de salir de escena de AkA se pusieron por encima de las “viñetas”, lo que también es un recurso dentro de los cómics. Como último detalle, se superpuso un *vignette* negro con dos finalidades: la de centrar la atención sobre el personaje, y la de unificar las viñetas sobre el fondo blanco (**Figura 68**).



Figura 68: Frame obtenido de la composición final.

7. Conclusión

Durante el último siglo, la tecnología ha avanzado a pasos agigantados. Su desarrollo dio la posibilidad de realizar imágenes generadas por ordenador que, aunque comenzaron siendo recibidas con cierto rechazo, han pasado a ser imprescindibles en cómo concebimos nuestra imaginería actualmente: la encontramos en los escenarios, sobre los actores a modo de maquillaje o como reemplazo, o en los efectos especiales de nuestras series y películas de medio y alto presupuesto.

En la animación ocurrió de forma similar: nadie creía que un espectador querría estar sentado durante hora y media viendo muñequitos tridimensionales moviéndose, pero con el estreno de *Toy Story* se demostró que no solo existía ese interés, sino que la animación 3D terminaría poniéndose a la cabeza del resto de modalidades de la animación.

Esto podría llevarnos a pensar que nos encontramos en una etapa donde la animación 2D ha muerto, y sin embargo no es así. Producciones como *Klaus* (Sergio Pablos, 2019) demuestran que la animación tradicional unida a los últimos avances tecnológicos puede ofrecernos unos resultados increíbles, desconcertándonos sobre si realmente se trata de animación tradicional, y demostrando que existe un público dispuesto a ver esta clase de contenido, haciendo que hasta la mismísima Disney se plantee si volverá a la animación en dos dimensiones (Ogilvie, 2019).

Por otro lado, tenemos producciones como *Spider-Man: Un nuevo universo*, donde se realiza exactamente lo contrario: emplean la tecnología para acercarse a unos resultados mucho más tradicionales, mediante el uso de diferentes tipos de renderizado, postproducción y uso de recursos de artistas 2D para conseguir este fin.

Lo que está claro es que estamos ante una era muy interesante para los amantes de la animación. Ambas formas de trabajar no se han distanciado la una sobre la otra, ni se encuentran en una batalla a muerte donde sólo una saldrá vencedora. Al contrario de todo esto, ambas vías se ayudan la una a la otra para cubrir las carencias de la otra, y aunque en esta tesina no se menciona, lo mismo ocurre con el *stop-motion*, donde grandes estudios que emplean esta técnica como Laika, primero se ayudan de la animación y modelado 3D para después realizar impresiones tridimensionales de éstos y fotografiar de manera continua a sus personajes en el plano real. Por supuesto el trabajo que continúan realizando estudios como Pixar o DreamWorks siguen impresionándonos, simplemente son una nueva forma de contar historias.

En el fondo, si todo este avance en la búsqueda de la belleza de las imágenes que obtenemos del ordenador ha sido posible, ha sido gracias a la creciente disponibilidad de las tecnologías, de internet, del acceso a los *softwares* creativos y la mejora de los sistemas informáticos. De esta forma artistas, desarrolladores y pequeñas empresas han podido y pueden experimentar con los soportes sin necesidad de invertir grandes sumas de dinero. Además, el intercambio de experiencias y opiniones que forman a los artistas por medio de las redes sociales nos permiten seguir presionando la máquina de experimentar.

Mundos virtuales como *Second Life* o *World of Warcraft*, y los videojuegos en general permiten seguir creando nuevas vías para contar historias y desarrollarse artísticamente. En *Second Life*, por ejemplo, sus usuarios tienen total libertad para hacer lo que deseen, hasta el punto de haberse creado sus propias galerías de arte. En el caso de juegos como *World of Warcraft* o *Los Sims*, los jugadores crean sus propias películas conocidas como *machinima* —*machine* y *cinema*—, en las que el usuario se aprovecha los renders, modelos y texturas del videojuego para crear sus propias historias. La empresa de videojuegos Valve permite la creación de *machinimas* a cualquier usuario con el programa Source Filmmaker, que se trata de la herramienta que utilizan para hacer las animaciones de sus videojuegos.

Pero volvamos a la metodología que siguen los estudios que practican el 3D para conseguir una apariencia más cercana al 2D. La gran ventaja del 3D es aquí el gran inconveniente para conseguir el resultado de “dibujo animado”: la malla, que puede deformarse de maneras indeseadas y alejarnos de nuestro objetivo. Podemos solucionar este problema prestando una especial atención a cada *frame* donde podría fallar, y utilizando diferentes recursos como deformar la malla en ese momento específico o empleando la postproducción.

La manera ideal de trabajar es, por lo tanto, buscando la forma más inteligente posible, y no por la vía más dura. Dedicarle tiempo a la preproducción, aunque en un primer momento pueda parecer que no es necesario, podría ahorrarnos en el futuro muchísimos quebraderos de cabeza y aún más tiempo del que empleamos en la fase de preproducción. Por supuesto, siempre pueden surgir imprevistos, como la que experimenté con la animación de AkA al no haber realizado correctamente la fase de *rigging*, el renderizado de las líneas de su contorno, o al intentar incorporar líneas dibujadas en su expresión dentro del espacio en tres dimensiones. En estos casos lo más conveniente es preguntarse si el tiempo que dediquemos a solucionar esos problemas compensa dentro del trabajo que estamos realizando, o si por el contrario podemos economizar esfuerzo simplemente en una fase de posproducción más sencilla.

Por supuesto ciertas cosas podrían haberse hecho mejor de haber tenido mucha más experiencia o alguna ayuda, pero en bases generales, estoy contenta con el resultado de mi demostración.

8. Bibliografía

- Aguilar, C. (2018). *'Spider-Man: Into The Spider-Verse': Production Design Is About Character, Not Style*. Obtenido de Cartoon Brew: <https://www.cartoonbrew.com/feature-film/spider-man-into-the-spider-verse-production-design-is-about-character-not-style-168137.html>
- Bourke, P. (Junio de 1990). *Computer Sketching*. Obtenido de paulbourke.net: www.paulbourke.net/fractals/sketch/
- Bruce, D. t. (2018). *Visual Hollywood*. Obtenido de Spider-Man: Into the Spiderverse (2018) Production Notes: <https://www.visualhollywood.com/spider-man-into-the-spider-verse-director-and-cast>
- Carlson, W. E. (2017). *Computer Graphics and Computer Animation: A Retrospective Overview*. Obtenido de Pressbooks: <https://ohiostate.pressbooks.pub/graphicshistory/>
- Comic Vine, C. d. (s.f.). *Duck Destroyer*. Obtenido de Comic Vine: <https://comicvine.gamespot.com/destroyer-duck/4005-48250/>
- Cortés, J. (2019). *Los 12 principios de la Animación – 3D y 2D*. Obtenido de Notodoanimacion.es: <https://www.notodoanimacion.es/los-12-principios-de-la-animacion-disney-libro/>
- Damian, D. (2019). AWN @ FMX 2019: Danny Dimian Talks 'Spider-Man: Into the Spider-Verse' VFX. Animation World Network. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=RHIN87RYzOg>
- Imageworks. (2018). Obtenido de Spider-Man™: Into the Spider-Verse : <https://www.imageworks.com/our-craft/feature-animation/movies/spider-man-spider-verse>
- Kawano, H. (1975). *What is Computer Art?* Obtenido de AtariArchives.org: <https://www.atariarchives.org/artist/sec33.php>
- Lewisohn, C. (2009). *Street Art: The Graffiti Revolution*. Londres: Tate Publishing.
- Lieser, W. (2009). *Arte digital*. Berlin: H.F. Ullmann.
- Lucci, G. (2005). *Animación*. Barcelona: Sociedad Editorial Electa España, S.A.
- Lum, R. (2019). *A Brief History of Motion Tracking ÑTechnology and How it is Used Today*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/@lumrachele/a-brief-history-of-motion-tracking-technology-and-how-it-is-used-today-44923087ef4c>
- Meier, B. J. (1995). *Painterly Rendering for Animation*. Obtenido de Computer Science at Brown University: <http://cs.brown.edu/people/bjm/painterly.pdf>
- Menache, A. (2011). *Understanding Motion Capture for Computer Animation*. Burlington, Estados Unidos: Elsevier.
- Praun, E., Hoppe, H., Webb, M., & Finkelstein, A. (2001). *Real-Time Hatching*. Obtenido de [hhoppe.com: http://hhoppe.com/hatching.pdf](http://hhoppe.com/hatching.pdf)
- Robb, B. J. (2014). *A Brief History of Superheroes: From Superman to the Avengers, the Evolution of Comic Book Legends*. Philadelphia: Running Press.
- Rodriguez, A. (2010). *Proyectos de animación 3D*. Madrid: Anaya Interactiva.

- Sito, T. (2015). *Moving Innovation*. Massachusetts: MIT Press.
- Stanchfield, W., & Hahn, D. (2009). *Drawn to Life*. Focal Press.
- Stone, T. (2018). *Adobe Create*. Obtenido de Behind the Scenes of the Spider-Verse:
https://create.adobe.com/2018/10/15/behind_the_scenes_of.html
- Strothotte, T., & Schlechtweg, S. (2002). *Non-Photorealistic Computer Graphics: Modeling, Rendering and Animation*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Sturn, T. (2013). *Sturning Technology: Real-Time Rendering of Non-Photorealistic 3D Worlds*. AV Akademikerverlag.
- Thomas, F., & Johnston, O. (1995). *The Illusion of Life*. Disney Editions.
- VV.AA. (2013). *Shader*. Obtenido de GamerDic: <http://www.gamerdic.es/termino/shader/>
- VV.AA. (s.f.). *Cámara multiplano*. Obtenido de Wikipedia, la enciclopedia libre:
https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1mara_multiplano
- Wells, P. (2009). *Fundamentos de la animación*. Barcelona: Parramon.
- Wigmore, B. (27 de Agosto de 2008). *Superman creator 'dreamed up comic hero after his father died in armed raid when he was a boy'*. Obtenido de Daily Mail Online:
<https://www.dailymail.co.uk/news/article-1049411/Superman-creator-dreamed-comic-hero-father-died-armed-raid-boy.html>
- Wikipedia, C. d. (2019). *Comics Code Authority*. Obtenido de Wikipedia, la enciclopedia libre.:
https://es.wikipedia.org/wiki/Comics_Code_Authority
- Wikipedia, C. d. (2019). *Übermensch*. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre.:
<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Citar&page=%C3%9Cbermensch&id=120693542>
- Williams, R. (2001). *The Animator's Survival Kit*. Nueva York: Faber and Faber.
- Zahed, R. (2019). *Spider-man: Un nuevo universo. El arte de la película*. Norma Editorial, S.A.