

Historia de los efectos especiales en el Siglo XX

Alumna:

Patricia López de Andrés

Tutor:

Antonio Leal Hernández

Contenido

1	Resumen y Objetivos	4
1.1	Resumen.....	4
1.2	Summary.....	5
1.3	Objetivos.....	6
2	Introducción.....	7
2.1	Conceptos básicos	7
2.1.1	La fotografía.....	7
2.1.2	Principio de persistencia de la visión	8
2.1.3	El proyector.....	11
2.2	Un poquito de Historia.....	12
2.2.1	La guerra de patentes.....	17
2.2.2	La llegada del sonido	18
2.2.3	La era del color.....	19
2.2.4	La llegada del 3D.....	21
2.3	El comienzo de los efectos especiales	22
2.3.1	Cuando la ciencia ficción inundó las carteleras.....	26
2.3.2	La aparición del CGI (Computer-Generated Imagery).....	28
3	Grandes personajes.....	31
3.1	Georges Méliès	32
3.2	George Lucas.....	37
3.3	James Cameron	43
4	Ejemplos de película.....	50
4.1	Star Wars.....	51
4.1.1	Un poquito de historia.....	51
4.1.2	Necesidad de nuevos efectos	56
4.2	TRON	69
4.2.1	Un poquito de historia.....	69
4.2.2	El equipo.....	72
4.2.3	Otros efectos utilizados	80
4.2.4	Otras curiosidades	82
4.3	Jurassic Park	84
4.3.1	Un poquito de historia.....	84
4.3.2	Y los dinosaurios volvieron a ver la luz	87
4.3.3	El sonido también es importante	97
4.3.4	Cosas Curiosas.....	99
4.4	Toy Story	100
4.4.1	El comienzo del viaje	105
4.4.2	Cosas curiosas.....	112
5	Conclusiones	114
6	Bibliografía.....	117

Índice de imágenes

Imagen 1: Caballo en movimiento	8
Imagen 2: Ojo humano	9
Imagen 3: Esquema Proyector	11
Imagen 4: Proyector Lumiere.....	11
Imagen 5: Praxinoscopio.....	13
Imagen 6: Zootropo	13
Imagen 7: Fusil fotográfico	13
Imagen 8: Interior del Kinetoscopio	14
Imagen 9: Kinetoscopio	14
Imagen 10: Cinematógrafo Lumiere	15
Imagen 11: Uso del Technicolor en Lo que el viento se llevó (1939).....	20
Imagen 12: Visión estereoscópica.....	21
Imagen 13: Viaje a la Luna (1902)	23
Imagen 14: Creación de pinturas matte	24
Imagen 15: Fotogramas de Metrópolis (1927).....	25
Imagen 16: Fotograma de Los diez Mandamientos (1956)	25
Imagen 17: Fotograma de Jason y los Argonautas.....	25
Imagen 18: Fotograma de Tron	29
Imagen 19: Ficha de Georges Méliès.....	32
Imagen 20: Estudio cinematográfico en Montreuil-sous-Bois	33
Imagen 21: Fotograma de Viaje a la Luna.....	34
Imagen 22: Fotografía de Méliès en la estación de Montparnasse	35
Imagen 23: Técnica de sobre exposición de imágenes	36
Imagen 24: Interior del estudio de Montreuil.....	36
Imagen 25: Ficha de George Lucas.....	37
Imagen 26: Cartel de Finian's Rainbow (1968).....	38
Imagen 27: Cartel de Indiana Jones y la Calavera de Cristal.....	40
Imagen 28: Logos de las distintas divisiones de la LucasFilm Ltd.....	41
Imagen 29: Certificado de sonido THX.....	42
Imagen 30: Ficha de James Cameron	43
Imagen 31: Cartel de Terminator	44
Imagen 32: Fotograma de "The Abyss"	45
Imagen 33: Imagen tomada durante el rodaje de Terminator 2	46
Imagen 34: Titanic zarpando del puerto de Southampton	47
Imagen 35: James Cameron con la Fusion Camera	48
Imagen 36: Elwood (izq) y Jake (der).....	49
Imagen 37: Sala de máquinas del Titanic.....	49
Imagen 38: Cartel original de Star Wars (1977).....	51
Imagen 39: George Lucas y C3PO en el desierto de Túnez.....	53
Imagen 40: Estreno de Star Wars en el Grauman's Chinese Theatre (1977).....	56
Imagen 41: Dysktraflex durante el rodaje.....	57
Imagen 42: DPD-11 dentro de las instalaciones de la EVL	58
Imagen 43: Estructura VistaVision	59
Imagen 44: Fotograma batalla de Yavin	61
Imagen 45: Fotograma de Star Wars.....	62
Imagen 46: Briefing de los pilotos antes de la batalla de Yavin	65
Imagen 47: Figura digital diseñada por Larry Cubba	65
Imagen 48: Maqueta creada por el equipo de ILM	65
Imagen 49: Matte painting del interior de la Estrella de la Muerte	66
Imagen 50: Set de maquetas en ILM.....	67
Imagen 51: Cartel original de Tron (1982).....	69
Imagen 52: Fotograma de Tron	70
Imagen 53: Light Cycle.....	74
Imagen 54: Reconocedores.....	74
Imagen 55: Tanque de Clu.....	74
Imagen 56: Perkin Elmer 3240	75
Imagen 57: Master Control Program	76

Imagen 58: Solar Sailor	76
Imagen 59: Sark's Carrier	76
Imagen 60: PDP-10.....	77
Imagen 61: Fotograma con Flynn y Bit.....	79
Imagen 62: Fotograma de Tron.....	79
Imagen 63: Toma del rodaje y editada con Backlight Animation	80
Imagen 64: Matte painting de una escena de Tron.....	82
Imagen 67: Cartel original de Jurassic Park (1993)	84
Imagen 68: Foto promocional de Steven Spielberg	85
Imagen 69: Muestra del merchandising	87
Imagen 70: Artistas en el taller de Stan Winston perfilando la cabeza del T-Rex y el Braquiosaurio	88
Imagen 71: T-Ex a tamaño real.....	89
Imagen 72: Phil Tippett animando mediante Go Motion a los Velociraptors	89
Imagen 73: Mecanismo de captura de movimiento	91
Imagen 74: T-Rex de tamaño real en pleno rodaje.....	91
Imagen 75: Modelo en escayola del traje de raptor	92
Imagen 76: Modelo del traje de Raptor.....	92
Imagen 77: Posición de trabajo para el rodaje.....	93
Imagen 78: Escena final en la cocina.....	93
Imagen 79: Escena de Jurassic Park.....	94
Imagen 80: Diseño Wireframe.....	96
Imagen 81: Escena renderizada.....	96
Imagen 82: Escena final de Jurassic Park	96
Imagen 83: Sala de Control de Jurassic Park	97
Imagen 84: Logo de DTS.....	98
Imagen 87: Cartel original de Toy Story (1995).....	100
Imagen 88: Fotograma de Tin Toy	101
Imagen 89: Dibujo conceptual de Buzz Lightyear	103
Imagen 90: Dibujo conceptual de Woody	103
Imagen 91: Tom Hanks durante el proceso de doblaje.....	103
Imagen 92: John Lasseter recogiendo el premio especial a los logros de Toy Story	105
Imagen 93: Diseño de colores de Pizza Planet.....	106
Imagen 94: Serie de Story Board de Toy Story.....	106
Imagen 95: Modelo de Rigging.....	107
Imagen 96: Figura en arcilla con los puntos de clave de Sid	108
Imagen 97: Fotograma de Skud en Toy Story.....	109
Imagen 98: Granja de renderizado en Pixar (1995).....	111

1 Resumen y Objetivos

“Es genial cuando compruebas que aun tienes la capacidad de sorprenderte a ti mismo.”

-- American Beauty, 1999

1.1 Resumen

Pocas veces nos hemos parado a pensar que es lo que había detrás de algunas escenas de nuestras películas favoritas, simplemente nos quedábamos boquiabiertos en las salas de cine o en nuestras casas, viendo como las cosas más sorprendentes pasaban ante nuestros ojos.

Ya desde los comienzos del cine, este nuevo medio se planteó como una fábrica de sueños, capaz de envolver al espectador en una nueva dimensión de la realidad, y de mostrarla como nunca antes se había visto. Partiendo de esta base, se empezaron a desarrollar diversas técnicas que permitirían crear esta magia con mayor efectividad. Inicialmente los llamaron **trucos**, pero más tarde recibieron el nombre de **efectos especiales**.

Los efectos especiales son el arte de convertir lo imposible en posible. Son un elemento común hoy en día en cine y televisión. Desde que George Méliès impresionase por primera vez al público parisino con unos efectos especiales cinemáticas en 1902, en estos más de 110 años de historia cinematográfica, nosotros, los espectadores, hemos vivido la vertiginosa evolución de esta fábrica de sueños. Desde trucos de cámara, animatrónica (animación electrónica) y maquillaje protésico, hasta las pantallas azules (bluescreen) y personajes completamente digitales.

A lo largo de todos estos años se han creado efectos cada vez más ingeniosos, más vistosos con la única finalidad de sorprender cada vez más al público.

En los primeros años bastaba solo con trucos de maquillaje o pequeños movimientos de cámara, pero con el transcurso del tiempo, estos parecían juegos de niños, entonces apareció el sonido y poco después el color y con ello un nuevo grupo de efectos visuales y sonoros: pinturas mattes, escenarios a escala,

animaciones movimiento a movimiento... Y aunque durante la segunda guerra mundial y los años posteriores se hicieron grandes avances en lo que a gráficos por computador se refiere, no fue hasta 1977 cuando unos visionarios decidieron empezar a tontear con las posibilidades que la informática podía aportar: Star Wars no se caracteriza por sus gráficos por ordenador, pero en ella ya podemos ver los primeros atisbos de sus posibilidades. Abyss, Parque Jurásico, El Señor de los Anillos, Avatar,... son ejemplos de hasta donde se han perfeccionado los equipos y el Software

1.2 Summary

What is behind the best scenes of our favourite films? This is a question that we do not usually think about, because typically we were so impressed in the cinemas or at home, staring at those wonderful things happening just in front of us.

From the early days, cinematography was conceived as a "dream factory" with the beautiful power to fascinate to the audience in a brand new dimension of reality and show it to the audience in a way never seen before.

Starting at that point, new techniques were developed allowing this magic to be created in a much more effective way. At the beginning these techniques were called "tricks", but later on, they received the name of "**Special Effects**"

Special effects are the art of making possible the impossible.. Nowadays, these are a very common resource used in TV and cinema. Since George Méliès impressed the Parisian crowd in the "remote" 1902, during these 110 years of cinematographic history, we, the current audience – have experienced a vertiginous evolution of this "dream factory", including camera tricks, animatronics, prosthetic make-up, bluescreens and 100% digital characters.

The effects have increased its inventiveness to maximum levels, with the only goal of surprising the audience "a little bit" more every time.

In the early days, it was enough to use some make-up tricks or maybe small camera movements, however, as long as time passes, this resources we noticed as "child's plays".

Sound appeared then and a bit later, color made its entrance in the stage. A brand new set of visual and sound effects came into action: matte painting, scaled scenarios, movement by movement animations...

Although during World War II and later years lots of improvements in the field of computer science were achieved, the industry had to wait until 1977, when some visionaries decided to start playing with the possibilities offered by the computers.

Star Wars is not characterized by its computer-generated graphics, but it was the seed of the special effects. Abyss, Jurassic Park, The Lord of the Rings, Avatar, are examples of evolution, examples of where technology (both hardware and software) can lead us. The question at this time is: what will come next?

1.3 Objetivos

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Carrera es presentar la evolución histórica de estos efectos especiales desde que en 1895 los hermanos Lumière patentasen la primera cámara cinematográfica, hasta que los niños grandes de Pixar nos mostraron en que piensan los juguetes.

A través de las páginas de este Trabajo, se intentará acercar tanto de manera teórica como práctica, los elementos más característicos que se han utilizado a lo largo de la "corta" pero intensa historia del cine. Así mismo, intentaré desvelar los entresijos de algunas películas que supusieron grandes avances en el género.

Además, de manera más detallada, intentaré profundizar desde el punto de vista informático en los aspectos más técnicos de las producciones: nuevo software creado, escáneres digitales, captura de movimiento,...

2 Introducción

“Siempre se llega a alguna parte si se camina lo bastante”

-- Alicia en el país de las Maravillas, 2010

Antes de poder realizar una definición o incluso una clasificación de los efectos especiales, es necesario remontarse al principio, a cuando el hombre tenía necesidad de retratar lo que le rodeaba, y cuando eso no era suficiente, imaginar aquello que no alcanzaba.

2.1 Conceptos básicos

Técnicamente el cine es una proyección sucesiva de fotografías impresas sobre una cinta, entonces ¿por qué no se percibe una serie de fotografías, sino imágenes en movimiento? Esto sucede gracias a tres elementos que nos ayudarán a saber qué es el cine: la fotografía, la persistencia de la visión y la proyección.

2.1.1 La fotografía

Prácticamente desde los comienzos de la andadura del hombre por la tierra, el ser humano ha querido registrar, de una manera u otra, aquello que le rodea, ya fuera con pinturas rupestres, murales, esculturas,... por eso no es de extrañar que se jugueteara con el principio de cámara oscura ya desde la antigua Grecia. Sin embargo, no fue hasta principios del siglo XIX que se empezaron a hacer avances en lo que hoy día conocemos como fotografía.

La fotografía es un sistema de reproducción de imágenes que, de forma fiel, consigue atrapar un momento de nuestras vidas. La cámara oscura, la invención del material fotosensible, el daguerrotipo, el papel fotográfico y decenas de estudios y experimentos tuvieron que suceder para que el proceso fotográfico fuera perfeccionado. Cuando esto sucedió, inventores y científicos tuvieron la ambición dar el siguiente paso y otorgar de movimiento a las imágenes.

Basándose en el mecanismo de la cámara fotográfica, se concibió un aparato que tomara fotos a gran velocidad. En esta etapa, el objetivo principal era apoyar con

imágenes algunas investigaciones sobre motricidad, principalmente realizadas por un científico británico llamado Edward Muybridge.

En 1872, una gran duda existencial enfrentaba a los aficionados a los caballos de California: ¿Había un instante, durante el trote largo o el galope, en que el caballo no apoya ningún casco en el suelo?

En esa época no se conocía una manera de demostrar quién tenía razón, hasta que el senador Leland Stanford (también aficionado a los caballos) contrató a Edward Muybridge para capturar en película los movimientos de un caballo a la carrera. Muybridge unió una serie de cables a lo largo de la pista, conectando cada uno de ellos al disparador de una cámara. Colocó también sábanas blancas a lo largo de la pista del hipódromo de Sacramento para que actuara de fondo de imagen. El caballo, mientras corría, activaba las cámaras cuando pisaba los cables, y de esta manera logró una serie consecutiva de fotos que Muybridge montó en un disco estroboscópico y proyectó en una linterna mágica para reproducir la imagen en movimiento (**Imagen 1**). Este trabajo fue conocido posteriormente como "El caballo en Movimiento" y demostró que sí, un caballo puede permanecer sin apoyar ninguna de las patas durante el galope.

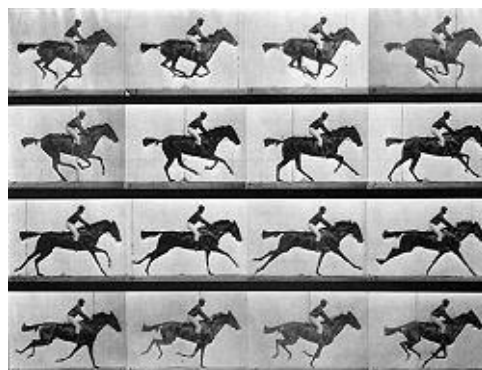


Imagen 1: Caballo en movimiento

2.1.2 Principio de persistencia de la visión

Los fundamentos del cine se desarrollaron desde el punto de vista científico antes de que sus posibilidades artísticas o comerciales fueran conocidas y exploradas.

Uno de los primeros conceptos que encaminó a la comunidad científica hacia el desarrollo del cine fueron las observaciones de Peter Mark Roget, secretario de la Royal Society de Londres, que en 1824 publicó un estudio con el título "Explicación de una ilusión óptica en la apariencia de los radios de una rueda al ser vista a través

de mirillas verticales" (Explanation of an Optical Deception in the Appearance of the Spokes of a Wheel seen through Vertical Apertures).

Roget, mirando el paso de las ruedas de un carro a través de las separaciones verticales de una persiana veneciana, se sorprendió al ver que la rueda parecía avanzar sin girar. Roget estudió a fondo, escribiendo formulas y dibujando esquemas, aquel fenómeno tan curioso, y el 9 de Diciembre de 1824 presentó su estudio ante sus compañeros de la citada entidad londinense.

Sin embargo, no fue hasta 5 años después, en 1829, cuando se postuló como tal el concepto de Persistencia de la Visión por el físico belga Joseph-Antoine Plateau.

La **persistencia de la visión** o **persistencia de las impresiones retinianas**, es un principio que consiste en una "imperfección" del ojo que provoca que la imagen se grave en la retina durante una fracción de segundo después de que sea vista. Nuestro ojo percibe el movimiento con una cadencia a partir de las 10 imágenes por segundo (fps o frames per second) gracias a la persistencia visual (este tiempo no es constante, sino que aumenta cuando el ojo está adaptado a la oscuridad).

Un ejemplo común es cuando alguien toma una foto con flash, ya que segundos después continuamos viendo un puntito luminoso. Cuando la luz es intensa el proceso es más acusado, por eso las salas de cine están a oscuras, la retina se adapta a la oscuridad y la luminosidad de la pantalla hace que la persistencia aumente.

Para entenderlo mejor, es necesario que entendamos un poco más el órgano básico de la industria de la imagen: el ojo humano, cuyo esquema puede verse en la [Imagen 2](#).

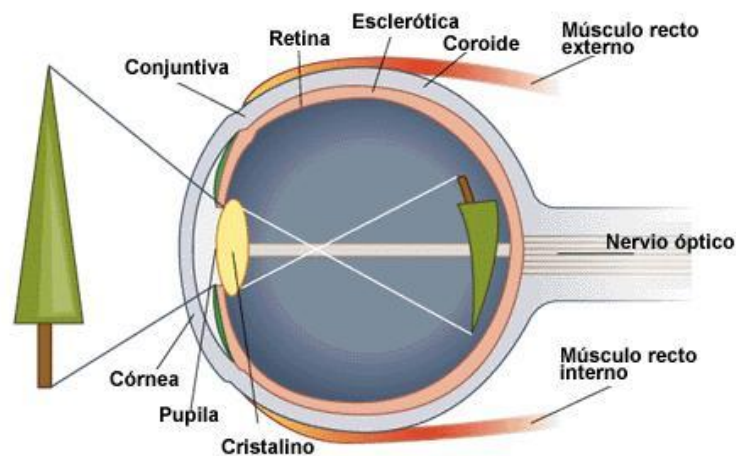


Imagen 2: Ojo humano

El acto de la visión se inicia cuando el ojo capta la luz de un objeto y enfoca la imagen en un área de su parte posterior denominada retina.

En la retina, hay 2 clases de receptores: los bastones, sensibles a la luz pero sin definición e insensibles al color salvo al azul, y los conos, menos numerosos y poco sensibles a la luz pero mejores en la percepción del detalle, el color, la forma y la posición.

Cuando una imagen percibida por el ojo, desaparece en la oscuridad, los receptores oculares conservan aquella imagen durante una fracción de segundo (1/15 seg aproximadamente), por lo que el cerebro continua recibiendo, durante un instante, la información de un estímulo visual que ha desaparecido. A ello se debe que no seamos conscientes de los innumerables parpadeos diarios de nuestros ojos, o que percibamos una linterna, agitada en la oscuridad, como una línea iluminada.

Esta "imperfección" permite retener las imágenes en el momento de percibir las, y que el ojo las vaya hilando para crear la ilusión de movimiento. Más adelante, veremos como el proyector de cine utiliza estos fundamentos, pasando los fotogramas con tal rapidez, que no podemos detectar el espacio que hay entre uno a otro.

La comunicación entre el ojo y el cerebro conlleva una serie de constantes perceptivas que explican cómo percibimos las imágenes:

- *Adaptación Cromática*, por la que se compensan las variaciones de color y por ello se ve la luz de la bombilla blanca cuando realmente emite luz anaranjada,
- *Adaptación al Brillo*, por la que el iris al igual que el diafragma de una cámara, compensa las variaciones de brillo adaptándose a la intensidad de luz
- *Percepción del Espacio*, por la que el cerebro calcula la diferencia de las visiones de los 2 ojos produciendo diversas formas de percibir la distribución espacial relativa de los objetos:
 - Superposición, los objetos situados detrás se perciben como más lejanos
 - Tamaño, su constancia nos permite calcular las distancias
 - Inducción espacial, los objetos iluminados son capturados como mayores que los oscuros, resolución
 - Discriminación del detalle y altura, los objetos situados arriba se ven como más lejanos.

2.1.3 El proyector

Una vez que se logró registrar imágenes a gran velocidad (entre las 16 y 24 imágenes por segundo), se requirió de un aparato capaz de proyectarlas. Los primeros aparatos que aparecieron eran de uso individual ya que se pensaba que el cine, o al menos, la forma primitiva del cine, no llegaría a ser un espectáculo de masas. Esta percepción no cambio hasta su exposición en distintas ferias y eventos, pero esta es una historia que contaremos un poco más adelante.

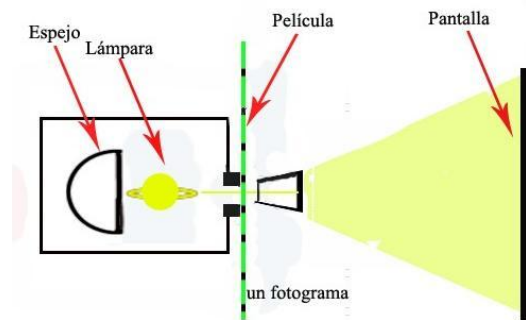


Imagen 3: Esquema Proyector



Imagen 4: Proyector Lumière

El proyector (Imagen 3 y 4) es un conjunto de engranajes y poleas, que hacen avanzar la película frente a una lente en un movimiento de parada y avance. Cada fotograma (nombre que recibe cada fotografía de cine) se detiene frente a una lámpara, que empezó siendo de combustible y acabo con fuente de luz eléctrica, durante 1/24 segundo; ese haz de luz viene aumentado e invertido por una lente que enfoca la imagen resultante sobre una pantalla. Después el obturador (un disco con perforaciones que en forma alterna permite el bloqueo y el paso de la luz) impide que entre la luz, mientras el siguiente cuadro se coloca en su sitio.

Durante la proyección de una película, el obturador del proyector bloquea la imagen aproximadamente el 50% del tiempo, por ello cuando vemos una película estamos frente a una pantalla en blanco la mitad del tiempo. En una cinta de 2 horas, vemos 172.800 fotografías (cantidad que resulta de multiplicar 24 fotogramas por segundo, por los 120 minutos de duración de la película), pero el obturador del proyector habrá bloqueado la luz aproximadamente una hora. En ese lapso vemos las imágenes grabadas en la retina.

Junto con la aparición del proyector, apareció la figura del proyeccionista. Era el encargado de establecer el ritmo de reproducción, sobre todo durante la etapa del

cine mudo. Podían acelerar y frenar la proyección según su criterio, a no ser que los estudios remitieran, junto con los rollos de película, notas de reproducción.

Desde el nacimiento del cine sonoro, casi todos los proyectores de cine comerciales proyectan a una frecuencia de 24 imágenes por segundo. Esta velocidad se eligió como estándar por:

- *Razones Técnicas:* es la frecuencia más baja posible sin que se pierda la sensación de ver movimiento y escuchar sonidos reales.
- *Razones financieras:* Cuanto menos sea la frecuencia, menor será el tamaño de la película. Una película de hora y media (129.600 fotogramas), equivaldría aproximadamente a 12 Km de película!

2.2 Un poquito de Historia

Ya hemos puesto las primeras piezas del puzzle del cine sobre la mesa. Es el momento añadir alguna más a través de un paseo por la historia y de los artifices de la misma: Edison, los hermanos Lumière, Edwin S Porter, George Méliès, ...

Pero lo mejor será empezar por el principio.

Como ya hemos comentado anteriormente, fueron las observaciones de Peter Mark Roget, quien en 1824 publicó su trabajo sobre la Persistencia de la Visión. Esta teoría fue más tarde sustituida por el **fenómeno phi**¹ y ambas formaran parte de la base de la teoría del cine.

Los primeros conceptos de imagen en movimiento vinieron de la mano de tiras de dibujos que eran "proyectados" en artilugios como la linterna mágica de Athanasius Kischer (1671), el fenaquistiscopio de Joseph Plateau (1829), el zoótropo de Horner de 1834 (Fig. 2.4), el praxinoscopio del francés Charles Emile Reynaud patentado en 1877 (Fig. 2.5),...

¹ Ilusión óptica de nuestro cerebro que hace percibir movimiento continuo en donde hay una secuencia de imágenes.

² Consistía en una serie de diapositivas automáticas que permitían impresionar, en la oscuridad



Imagen 5: Praxinoscopio



Imagen 6: Zootropo

Entre tanto la fotografía se va abriendo camino y ya en 1852, empiezan a sustituir a los dibujos en los aparatos para ver imágenes animadas. En 1877, el fotógrafo Edward Muybridge empleó una batería de 24 cámaras para grabar el ciclo de movimientos del galope de un caballo.

En la búsqueda de una cámara capaz de registrar un mayor número de imágenes por segundo, aparece el fisiólogo francés Etienne Jules Marey con su Cronofotógrafo Portátil (fusil fotográfico, 1882, [Imagen 7](#)).

Su funcionamiento consistía en registrar en una placa única las diferentes fases del movimiento. Para ello ideó un sistema que suponía fotografiar con una misma placa por separado, las distintas fases del movimiento sobre un fondo negro. Se obtenían, con el disparo de su gatillo, series de doce fotografías sucesivas con exposición de $1/720$ s, sobre un soporte circular que giraba como el tambor de un revolver, ante el cañón-objetivo.

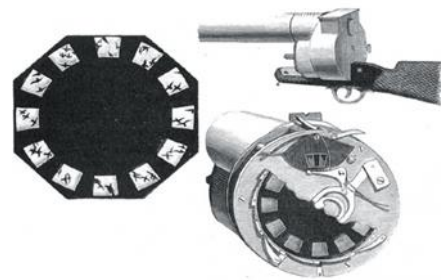


Imagen 7: Fusil fotográfico

Sin embargo su tira de película, consistía en un papel mojado de aceite que se doblaba y degradaba con facilidad.

Edison, intuyendo cierta oportunidad comercial, se interesó en las posibilidades de la fotografía en movimiento después de oír a Muybridge en West Orange, New Jersey. Los experimentos de Edison con fotos en movimiento se iniciaron en 1888, bajo la dirección de William Kennedy y Laurie Dickson, con un intento de grabar las fotografías en cilindros de cera similares a los usados para hacer la primera grabación fonográfica.

Hacia 1889, los inventores estadounidenses Hannibal Goodwin y Georges Eastman desarrollaron tiras de emulsión fotográfica de alta velocidad montadas en un celuloide resistente, con lo que otorgaron una mayor consistencia y fiabilidad al soporte fotográfico. Además, el celuloide era recio pero flexible y podía fabricarse en largos rollos, haciéndole un medio excelente para la fotografía en movimiento que requería de grandes longitudes de película.

La irrupción del nuevo celuloide dio nuevas alas a Dickson para seguir experimentando. Entre 1891 y 1895, Dickson rodó varias películas de 15 segundos usando la cámara de rodaje de Edison o "kinetógrafo" pero Edison estuvo en contra de proyectar las películas al público – en parte porque los resultados visibles eran inadecuados y en parte porque pensó que las imágenes en movimiento tendrían poca aceptación entre el público. En cambio, Edison no cerró completamente la puerta e impulsó una máquina que funcionaba por electricidad y que permitía visionar las películas a un espectador a la vez: el kinetoscopio (Imágenes 8 y 9)

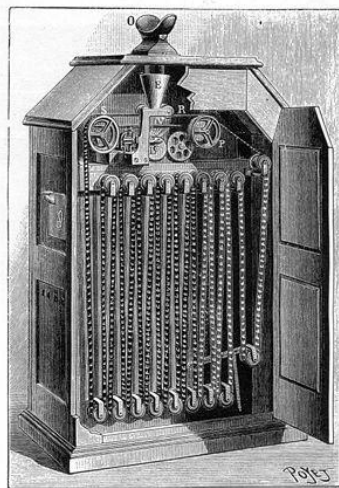


Imagen 8: Interior del Kinetoscopio



Imagen 9: Kinetoscopio

Su funcionamiento era sencillo: A través de un sistema de bobinas, se movía una tira sin fin, de aproximadamente 14 metros, iluminada por una lámpara eléctrica y por debajo de un cristal amplificador colocado en la parte superior de la caja. Entre la lámpara y la película había un obturador de disco rotatorio, perforado con una estrecha ranura.

Edison pensó tan poco en el Kinetoscopio que declinó extender los derechos de patente (registrada en 1891) en Europa, una falta de visión poco común que permitió a los franceses Louise y Auguste Lumière fabricar una cámara más portátil y un proyector funcional todo en un único aparato, dando a lugar al Cinematógrafo. Y aquí fue cuando el cine despegó definitivamente.

La familia Lumière tenía un negocio de placas fotográficas en la ciudad de Lyon. El patriarca del clan, Antoine Lumière, acudió a una exhibición del Kinetoscopio de Edison en París y volvió con un rollo de película que le habían facilitado los concesionarios de Edison. Puso como deberes a sus hijos desarrollar un aparato más barato y manejable tanto para el Kinetoscopio como para el Kinetógrafo.



Imagen 10: Cinematógrafo Lumière

operaba a través de una manivela manual.

Los primeros experimentos empezaron en el invierno de 1894, y el año siguiente, ya tenían preparado su propio dispositivo, al que llamaron Cinematógrafo (Cinématographe). Más pequeño y más ligero que el Kinetógrafo (pesaba alrededor de 5 kg) y se

Aunque la verdadera innovación fue el mecanismo con el que la película era transportada a través de la cámara: se perforó la película y esta enganchaba con unas clavijas que existían en la cámara. Las clavijas movían la película y luego se retraían, dejando la película quieta durante su exposición. Esta técnica fue considerada por Edison, pero finalmente descartada en favor del movimiento continuo.

Además, el cinematógrafo, grababa y proyectaba directamente las imágenes a una velocidad de 16 fotogramas/segundo, mucho más lento que el mecanismo de Edison (que era de 48 fotogramas/segundo), lo que rebaja el sonido durante la proyección y el uso de menos película.

Hay que entender que como inventores, los hermanos Lumière solo aportaron el mecanismo de movimiento de la película, ya que el resto de componentes venía del otro lado del charco. Sin embargo, ellos fueron capaces de unificar la cámara y el proyector en un solo aparato, hicieron más manejables los equipos y lo convirtieron en un espectáculo de masas.

El cinematógrafo fue patentado el 13 de febrero de 1895 y el 22 de marzo de 1895 fue mostrada en París, en una sesión de la Société d'Encouragement à l'Industrie Nationale la conocida *La sortie des ouvriers des usines Lumière à Lyon Monplaisir*

("Salida de los obreros de la fábrica Lumière en Lyon Monplaisir"), rodada tres días antes.

Tras diversas presentaciones en sociedades científicas como la Universidad de la Sorbona, en Bruselas y otros lugares, se preparó para su explotación comercial en la primera sesión exhibida para el público como primer espectáculo de pago el 28 de diciembre de 1895 en París, en el Salón Indien del Grand Café, en el Boulevard des Capucines. La entrada valía un franco y asistieron 33 personas. Se proyectó un programa de 10 películas entre las que destacaban, aparte de la citada anteriormente, otras como "Llegada de un tren a la estación de la Ciotat" o "El desayuno del bebé", e incluía la primera película de ficción: "El regador regado". Con este catálogo, el cine comenzó su historia a modo de documental, como testigo objetivo de la vida cotidiana.

Pero el cine casi muere al poco de dar sus primeros pasos. En 1897, tuvo lugar un incendio en el Bazar de la Caridad, un marco en el que anualmente se daba cita lo más selecto de la clase alta parisina con el fin de colaborar para obtener fondos para los más necesitados. En esta ocasión, el origen de las llamas estuvo en una caseta habilitada para el cinematógrafo. El proyccionista, ante la falta de electricidad del lugar, utilizó vapor de éter para iluminar, lo que resultó un error fatal ya que prendió sobre el celuloide, que es altamente inflamable.

Sin salidas de emergencia, apenas se pudo evacuar a los asistentes, muriendo más de 126 personas y quedando heridas otras 200. La mayoría de ellos eran apellidos ilustres de la capital con lo que empezó a aparecer mucha publicidad negativa dejando herido de gravedad al cine.

Antes de 1905 las películas se mostraban frecuentemente en un teatro "vaudeville" como uno de los actos del programa. Es un hecho muy positivo que el cine pudiera despegar desde estas casetas hasta un ámbito más global, ya no solo por la seguridad de los espectadores sino también por las enormes ganancias que se derivaban de los diferentes países.

Con la entrada del nuevo siglo (1903), los espectadores empezaban a interesarse por quienes producían y dirigían las películas. Desde la fábrica Edison se vivía con inusitado interés todo aquello que sugería el recién llegado Edwin S. Porter (artífice en Estados Unidos de la primera película con 4 tomas distintas sobre un día en el parque de bomberos). Con 33 años, Porter se propuso a llevar a la pantalla una escenificación teatral de lo que ya era algo corriente en Estados Unidos: el asalto a

un tren. Así nació El gran robo del tren (*The great train robbery*, 1903). Se preparó sobre 4 escenarios: la estación, el tren, el establo del baile y el bosque. En apenas 20 planos, una casi imperceptible panorámica, el primer plano y una trama con acción y misterio, consiguió crear un espectáculo de consumo diario.

No pasa mucho tiempo hasta que las empresas comienzan a ver necesaria la habilitar de lugares permanente para la exposición de sus películas. A partir de 1905 un creciente número de pequeños teatros con fachadas de almacén llamados "nickelodeons", con capacidad para unas 200 personas, empezaron a mostrar películas de forma exclusiva. Hacia 1908, unos 10 millones de americanos pagaban un níquel (5 centavos) o dimes (10 centavos) para ver estas películas. El bajo coste de las proyecciones (en comparación con las representaciones teatrales) lo hizo un espectáculo más asequible, además de muy rentable para todo aquel que quisiera invertir en él.

2.2.1 La guerra de patentes

Una vez que el cine ya es un negocio en auge, comienzan a aparecer nuevas compañías que pretenden hacerle algo de sombra a la empresa de Edison. Hay que partir de que la Edison Co. poseía prácticamente el 100% de las patentes relacionadas con el cine: cámaras y proyectores.

El atisbo de amenaza a Edison, vino con el desembarco del cinematógrafo de los hermanos Lumière y su nutrido catálogo de películas en suelo americano en 1896. Sin embargo, en 1897, se aprobaron importantes leyes proteccionistas que consiguieron que los productores europeos tuvieran que dejar su negocio en tierras americanas.

Cuando otras compañías (Viagraph, Biograph, Lubin y Pathé entre otras) empezaron a producir películas que competían con las de Edison, éste empezó a demandarlos por infringir los derechos de patentes. Así dio comienzo a la denominada Guerra de Patentes (aproximadamente desde 1897 hasta 1908) que, después de una época de procesos, clausura de salas, confiscación de aparatos y momentos de violencia, dio la victoria a Edison.

El conflicto se solucionó cuando nueve compañías emergieron para formar la "Compañía de Patentes de Imágenes en Movimiento" (Motion Picture Patents Company) y Thomas A. Edison quedó a la cabeza del trust que agrupaba a las distintas productoras.

Tras esto, entre 1909 y 1912 todos los aspectos de la naciente industria estuvieron bajo el control de la MPPC formado por los principales productores:

- Al tener la patente relacionada con las cámaras de grabación, solo se podía rodar en los estudios de la MPPC.
- Al controlar la patente de los proyectores, se aseguraban los acuerdos con los proveedores y con los teatros de exhibición
- Limitó la duración de las películas a una o dos bobinas
- Rechazó la petición de que los actores aparecieran en los títulos de crédito.

El final definitivo de este primer monopolio llegó con una decisión de la corte federal de octubre de 1915, donde se determinaba que la MPPC había ido demasiado lejos en su empeño por la protección del uso de patentes. La MPPC quedó completamente desmantelada en 1918.

2.2.2 La llegada del sonido

La sincronización de imagen y sonido fue algo que trajo de cabeza a Edison y su equipo desde el principio (no en vano el fonógrafo era cosa suya), pero se encontraba siempre con los mismos problemas:

- La imagen y el sonido se grababan y reproducían con aparatos distintos, lo que hacía complicada la sincronización.
- La tecnología que existía para el cine sonoro, producía pista de muy mala calidad.
- Antes del desarrollo de la amplificación eléctrica, el sonido no tenía calidad ni fuerza suficiente para llenar grandes espacios
- Ahora los estudios no solo debían preocuparse de aspectos técnicos, también tenían que contratar a gente para que escribiera buenos guiones y tenían que reciclar a sus actores para que actuaran también con su voz.

La viabilidad del cine sonoro fue ampliamente publicitada solo después de que Warner Brothers comprara el Vitaphone de Western Electric en 1926. Warner Brothers originalmente usó el Vitaphone para hacer cortos musicales, así como una introducción de 4 min de Will H. Hays, presidente de la Motion Picture Association of America, todo con sonido grabado en directo. El sistema original Vitaphone sincronizaba la imagen con un disco fonográfico separado (sound-on-disc).

Todos conocemos la historia de que, la primera película sonora "El cantor de Jazz" (*The Jazz Singer*, 1927). Y esta afirmación es correcta si consideramos como cine

sonoro aquel que sincroniza imagen con dialogo (o numero musicales). Sin embargo, habría que destacar que, en 1926, se estrenó *Don Juan*, la cual incluía de manera sincronizada la banda sonora y los efectos sonoros, aunque la línea argumental seguía siendo muda.

En cualquier caso, el cine sonoro ya había llegado para quedarse y, aunque tuvo una lenta implantación (los estudios tenían que cambiar su tecnología y los cines debían de acondicionarse a la nuevas tecnologías), en los años 30, las películas sonoras era un fenómeno global. En Europa (y, en menor grado, en otros lugares) el nuevo desarrollo fue tratado con desconfianza por muchos directores de cine y críticos a los que les preocupaba que, al centrarse en los diálogos, trastornaría la principal virtud estética del cine mudo.

En la década de los 30, se liberó el micrófono de su estatismo para aportar una mayor fluidez al cine y descubrir las ventajas de la postsincronización (el doblaje, los efectos de sala y la sincronización en general que siguen al montaje), que permitía la manipulación del sonido y de la música una vez rodada y montada la película.

2.2.3 La era del color

Ya tenemos la imagen, y tenemos el sonido y con esto ya se tiene la fórmula del éxito, pero todavía tenemos que conocer otro tratamiento en la imagen para tener la visión completa de la que disfrutamos ahora.

Los primeros resultados con el color se obtuvieron en el mundo de la fotografía gracias al desarrollo del primer proceso de revelado de película en color denominado Autochrome y que fue inventado por los hermanos Lumière en 1903.

El primer sistema patentado de cine en color en la historia, el Kinemacolor, se basó en el principio de la bicromía; fue registrado en 1906 por G.A Smith y Charles Urban, y permitía teñir alternativamente de rojo y de verde las imágenes durante la proyección, a una cadencia de 32 por segundo, por medio de unas pantallas coloreadas transparentes dispuestas ante el objetivo. Pero para reproducir todos los colores naturales se debe utilizar la tricromía.

La pionera en la introducción del color en el cine fue Technicolor, compañía formada en 1915. En 1932 y con la aparición del tercer color (magenta, cian y amarillo) el color podía aportar películas gran calidad técnica, aunque encarecía los proyectos por que se realizaba la filmación simultánea de tres películas dentro de la

misma cámara, cada una de las cuales contaba con filtros para que fuera impresionada solo por un color. Después, tras un proceso de tintura se sacaba una sola copia que para ser proyectada.

Con este método y una nueva cámara preparada al efecto, se produjo el primer largometraje realizado por completo en Technicolor tricromático que fue *La Feria de las Vanidades* en 1935 y posteriormente sus primeros grandes exponentes, las superproducciones clásicas como *Lo que el viento se llevó* (*Gone with the Wind*, 1939, [Imagen 11](#)) o *El Mago de Oz* del mismo año.

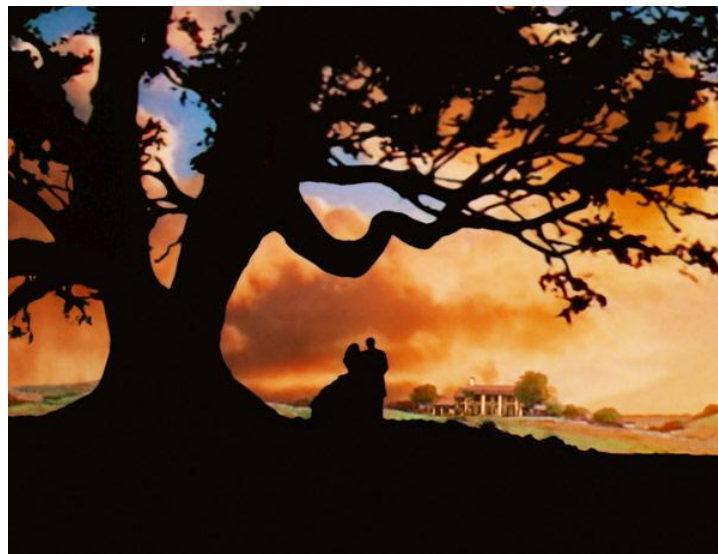


Imagen 11: Uso del Technicolor en Lo que el viento se llevó (1939)

La popularidad del color siguió en aumento, y durante los años 40 se empleó sobre todo en una serie de musicales clásicos de la MGM, donde los decorados y el vestuario brillaban gracias a una amplia variedad de colores. Entre ellos que destaca Desfile de Pascua (*Easter Parade*, 1948), de Charles Walters.

Pero Technicolor no eran los únicos que trabajan en encontrar la manera más fiel de plasmar los colores. Ya en los años 30, Eastman, Kodak y Agfa empezaron a comerciar también con película de color. Ellos lograron capturar imagen en color en una sola tira, si bien todavía no con la calidad suficiente para los grandes estudios. Eastman lanzaría entre 1950 y 1952 una nueva versión de color en una sola tira que proporcionaba la calidad de las tres tiras eliminando los inconvenientes de Technicolor. La transición fue rápida y el 1955 se estrenó la última producción en Technicolor de tres tiras, *Foxfire*. Sin embargo, pronto se comprobó que mientras que Technicolor podía conservar la calidad de color inalterada durante décadas, las

películas que seguían el proceso de Eastman se degradaban con gran rapidez por una composición química inestable.

2.2.4 La llegada del 3D

Hace ya algunos años que estamos viendo, no solo en el cine, sino también en nuestras casas, las opciones del 3D. Este interés no viene de ahora: entre 1890 y 1920 se hicieron diferentes pruebas de sistemas cinematográficos en 3D, pero ninguno tuvo éxito por su complejo mecanismo.

El ser humano tiene visión binocular, y el cerebro interpreta la información que llega de los ojos para terminar creando una sensación espacial. El estudio de la visión binocular hizo posible que, ya en 1838, Sir Charles Wheatstone creara la estereoscopia (mostrar en un plano bidimensional una imagen tridimensional)

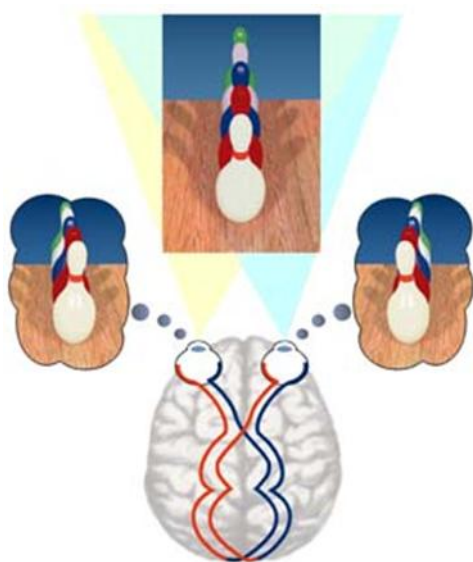


Imagen 12: Visión estereoscópica

La imagen estereoscópica está compuesta por dos imágenes superpuestas con una diferencia mínima entre sí. Estas dos imágenes se pueden ver por separado con la ayuda de unas lentes especiales (lentes 3D). Las lentes lo que hacen es filtrar las imágenes haciendo que un ojo perciba una imagen y el otro perciba la otra imagen, haciendo que el cerebro mezcle las imágenes y den la sensación de 3 dimensiones.

En 1922 llegó el primer largometraje 3D a las salas comerciales de Los Ángeles. El productor Harry K. Fairall y el camarógrafo Robert F.

Elder, utilizaron el método de la doble proyección a partir de dos tiras de celuloide, separando la imagen mediante los colores rojo y verde; donde cada color era capturado solo por uno de los ojos, mediante unas gafas con cristales de esos colores. La película, "*The power of Love*" no tuvo ningún éxito pero fue el inicio del interés real por las proyecciones en 3D.

Lo que faltaba para que este nuevo desarrollo tuviera éxito era el color. Aunque todas las películas en 3D se rodaban en color, el paso a la separación en colores rojo y verde (anáglifo) hacia que los espectadores obtuvieran una imagen en blanco y negro. La llegada de los filtros polarizados patentados por Polaroid supuso un gran cambio, ya que no solo era posible revelar las películas en color sino que se sustituía el uso de las gafas con cristales de colores por otras con filtros polarizados.

El inconveniente de este sistema es que se debía proyectar con dos proyectores simultáneamente sobre la misma pantalla, por lo que era difícil mantener la sincronización. Además, requería dos operadores en vez de uno y una pantalla especial, metálica para que mantuviera la polarización, que en una pantalla normal se perdería.

En los años 60 hubo estrenos ocasionales de películas en 3D, pero fue Arch Oboler quien se encargaría de su nuevo resurgimiento creando el nuevo sistema Space-Vision 3D que imprimía dos imágenes superpuestas en una sola tira de película lo que permitía utilizar un único proyector equipado con una lente especial.

En la década de los 80, el formato IMAX insufló nueva vida al cine 3D, pero no duro mucho. Tuvo que llegar James Cameron al rescate con *Avatar* o posteriormente Alfonso Cuarón con *Gravity*. Estas películas crearon tal atmosfera e impacto visual que, quien las ha visto en 3D ya no puede imaginárselas de otra manera. Desde entonces hasta ahora, no solo se ruedan películas nuevas con esta técnica sino que se reeditan grandes éxitos aplicando el nuevo formato, dando una segunda vida a películas como *Titanic* o *El rey León* (no siempre con buenos resultados).

2.3 El comienzo de los efectos especiales

Hasta aquí, hemos conocido los fundamentos de las primeras décadas del cine. Pero el cine no sería lo que es hoy en día sí, durante todo este proceso de evolución, no se hubiera premiado la imaginación. Tenían que empezar a abrirse camino los efectos especiales.

En 1895, Alfred Clarke creó lo que se considera por muchos como el primer efecto especial de una película, conocido como el **Stop Trick**: Mientras se filmaba la decapitación de María Estuardo en "María, Reina de Escocia" (*Mary, Queen of Scots*, 1895), Clarke colocó a un actor en primer plano con el atuendo de la reina. Cuando el verdugo coloca el hacha sobre la cabeza de la reina, Clarke paró la cámara, mantuvo a todos los actores congelados en sus posiciones, y sacó del escenario al actor disfrazado de María Estuardo. En su lugar, colocó un muñeco, y continuó grabando, permitiendo que el verdugo bajara el hacha cortando la cabeza del muñeco.

Se dice que George Méliès descubrió accidentalmente el mismo truco en 1896. Según Méliès, su cámara se atascó mientras rodaba a manivela en las calles de

Paris. Cuando visionó la película se dio cuenta de que el "stop trick" había hecho que un camión se convirtiera en un coche fúnebre, los peatones cambiaran de dirección, y los hombres se convirtieran en mujeres.

Méliès, director de escena del teatro Robert-Houdin, se convirtió en un referente en cuanto a efectos ópticos, estrenando más de 500 películas cortas, entre 1896 y 1924. Durante este periodo se desarrollaron o inventaron técnicas como la múltiple exposición, fotografía con lapsos de tiempo, colores pintados a mano o disoluciones. Debido a su habilidad para manipular y transformar la realidad con el cinematógrafo, el prolífico Méliès es llamado algunas veces "Cinemagician" (El mago del cine).



Imagen 13: Viaje a la Luna (1902)

Su película más famosa, *Le Voyage dans la lune* (Viaje a la Luna, 1902), una parodia del libro de Julio Verne "De la Tierra a la Luna", se cree que costó unos 10.000 francos de la época, se tardó en rodar 3 meses, duraba aproximadamente unos 14 minutos y fue controlada por él hasta el más mínimo detalle, Méliès se encargó desde el guion hasta la promoción y comercialización. En ella podemos ver una combinación de acción real y animación, aunque también incorpora grandes miniaturas y el primer intento de lo que posteriormente

serían las pinturas matte.

En plena fiebre cinematográfica e influenciado por el propio Méliès emerge otro de los grandes pioneros de los efectos especiales, un joven francés llamado Norman Dawn. El 11 de febrero de 1905 le encargaron que realizase unas fotografías a un edificio cuya fachada se veía afeada por un molesto poste de electricidad. Mientras Dawn retocaba minuciosamente las fotografías para solucionar el problema, fue un colega suyo llamado Max Handshiegl, quien le proporcionó una sencilla solución: bastaba con poner un cristal entre la cámara y el edificio con un árbol pintado en el lugar donde debía ir el poste, se tomaba la foto y asunto arreglado.

Ese banal comentario supuso para Dawn toda una revelación, ya que dio con el método para poder hacer **matte paintings** mucho más baratos e igual de efectivos sin tener que usar las complejas técnicas de Méliès con los espejos. Su mayor inconveniente reside en el tiempo necesario para poder crear una pintura realista y mantener una iluminación constante.

Este descubrimiento cautivó a Hollywood que vio como sus decorados podían aumentar de tamaño de manera espectacular y cautivar a los espectadores de la época con una inversión mucho menor. Fue así como Dawn se convirtió en el creador de efectos especiales mejor pagado de su tiempo.



Imagen 14: Creación de pinturas matte

Durante las décadas de los años 20 y 30, las técnicas de efectos especiales se fueron mejorando y refinándose al ritmo en que crecía la propia industria. Muchas técnicas fueron modificaciones de las ilusiones que ya venían del teatro como el "pepper's ghost", y fotografías fijas (como la doble exposición y la composición matte). La retro-proyección fue un refinamiento del uso de los fondos pintados en los teatros – solamente se sustituían las pinturas por imágenes en movimiento para crear fondos vivos.

Por otra parte, el reto de simular ciertos escenarios en movimiento animó el uso de miniaturas. Batallas navales podían crearse con modelos en los tanques de los estudios, y los aviones podían volar (y estrellarse) sin ningún riesgo y con apenas costes. Aún más impresionante, las miniaturas y pinturas matte podían ser usadas para crear mundos que no habían existido nunca.

La película *Metrópolis* (1927) de Fritz Lang fue un temprano espectáculo de efectos especiales, con revolucionarios usos de miniaturas, pinturas mate, el proceso Schüfftan y complejas composiciones.

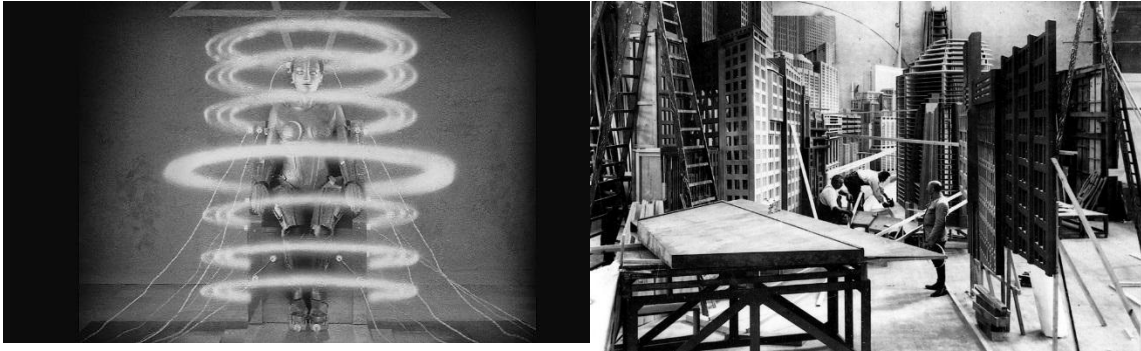


Imagen 15: Fotogramas de Metrópolis (1927)

Con la aparición del color se requirió un mayor refinamiento en las técnicas de los efectos ya que se podía apreciar con mayor nitidez todo aquello que aparecía en pantalla. El color también permitía desarrollo de técnicas como el bluescreen y el proceso de vapor de sodio. Muchas películas llegaron a ser referencia en efectos especiales: *El Planeta Prohibido* (The forbidden planet, 1956) usaba pinturas matte, animación y trabajo en miniatura para crear un espectacular entorno alienígena.



Imagen 16: Fotograma de Los diez Mandamientos (1956)

En *Los Diez Mandamientos* (The Ten Commandments, 1965), John P. Fulton multiplicó el número de extras en la escena del Éxodo con una cuidadosa composición, representó las grandiosas construcciones de Ramsés con modelos en miniatura, y separó el mar Rojo con una combinación de pinturas matte en movimiento y un tanque de agua.

Ray Harryhausen fue capaz de subir a otra categoría el arte de la animación por **stop-motion**, que ya había asomado la cabeza con fuerza en King Kong (*King Kong*, 1933)

Con su técnica especial de composición creó las aventuras fantásticas de Jason y los argonautas (*Jason & the Argonauts*, 1963), cuyo clímax es una batalla de espadas entre los protagonistas y 7 esqueletos animados.



Imagen 17: Fotograma de Jason y los Argonautas

Sin embargo, todos estos efectos se quedaron pequeños con la llegada de la ciencia ficción al cine. Había que subir un escalón más.

2.3.1 Cuando la ciencia ficción inundó las carteleras

Si hay un género que permitió el rápido desarrollo de los efectos especiales en el cine fue el de la ciencia ficción. Recrear ambientes "no reales" permitían a los directores y su equipo sobrepasar los límites establecidos.

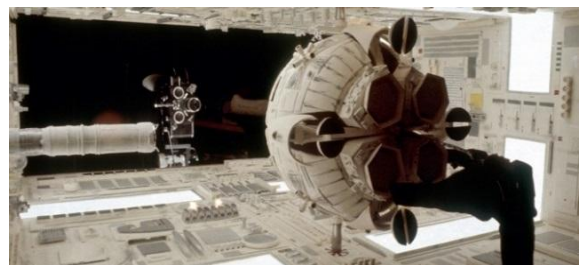
Si hay que elegir una película como aquella que abrió camino, esta podría ser 2001: una odisea en el espacio (*2001: A Space Odyssey*, 1968), dirigida por Stanley Kubrick, quien creó su propio equipo de efectos especiales (Douglas Trumbull, Tom Howard, Con Pederson y Wally Veevers) en lugar de usar la unidad de efectos especiales que ofrecía la Metro-Goldwyn-Mayer.

En esta película se usaron todos los efectos especiales conocidos hasta el momento (y alguno nuevo que se sacaron de la manga), tanto de estudio como de cámara para hacer creíbles los viajes en el espacio:

1.- Las miniaturas de las naves espaciales fueron creadas al más mínimo detalle, y cuidadosamente fotografiadas para crear la profundidad de campo.



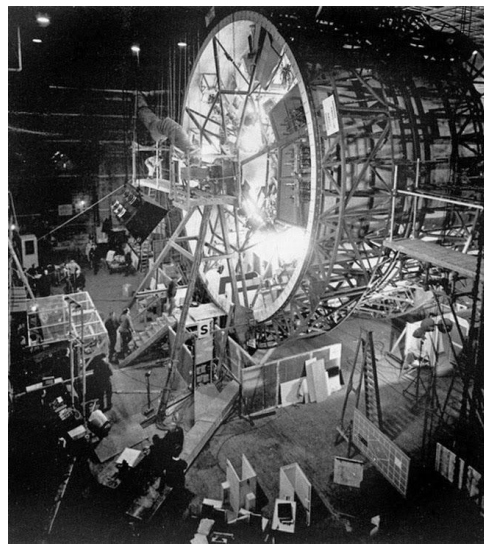
2.- Las tomas de las naves espaciales fueron combinadas a través de roscopia pintada a mano y un cuidadoso trabajo de control de movimientos, asegurándose de que los elementos eran combinados de manera precisa en la cámara.



3.- Los fondos de las vistas de África en la escena de "el amanecer del hombre" fueron combinados con fotografías gracias a la entonces nueva proyección frontal. De esta manera, los exteriores que la segunda unidad había filmado en Tanganica se pudieron acoplar perfectamente con la acción que era rodada en los estudios.



4.- Las escenas en las que no hay gravedad fueron creadas o con cables escondidos o bien con tomas de espejos y platos rotatorios a gran escala.



5.- El final, un viaje a través de un escenario alucinógeno, fue creado por Douglas Trumbull usando una nueva técnica llamada slit-scan².



Llegada la década de los 70, se produjeron profundos cambios en la industria de los efectos especiales. El primero fue económico: durante la recesión en la industria que ocurrió a finales de los 60 y principio de los 70, muchos estudios cerraron sus departamentos de efectos especiales. Muchos técnicos se convirtieron en freelance o crearon sus propias compañías, algunas veces incluso especializándose en técnicas particulares (ópticos, animación, etc.,...)

² Consistía en una serie de diapositivas automáticas que permitían impresionar, en la oscuridad más absoluta, un haz luminoso con el fin de obtener efectos particulares

El segundo cambio se vio acelerado por el increíble éxito de dos películas de fantasía y ciencia ficción en 1977: *La Guerra de las Galaxias* y *Encuentros en la Tercera Fase*.

La película de George Lucas, *La Guerra de las Galaxias*, hizo que la nueva era de películas de fantasía viniera acompañada de impresionantes y caros efectos especiales. George Lucas creó la Industrial Light&Magic (ILM) en mayo de 1975 cuando cerró el departamento de efectos especiales de la 20th Century Fox, justo después de haber obtenido luz verde para la producción de Star Wars. Dykstra reunió a un pequeño grupo de estudiantes universitarios, artistas e ingenieros, que formaron el primer núcleo de esta empresa pionera.

El equipo de la ILM desarrollo increíbles mejoras en las técnicas que ya existían:

- a) Crearon una cámara sobre una plataforma y controlada por ordenador a la que llamaron "Dykstraflex" que permitía repeticiones precisas de los movimientos de cámara, facilitando enormemente la composición con las pinturas matte en movimiento.
- b) La degradación de las imágenes durante la etapa de composición fue mínima debido a otras innovaciones: el Dykstraflex usaba cámaras VistaVision que fotografiaban imágenes en pantalla panorámica de manera horizontal, usando de esta manera más espacio de película por frame.

En diciembre de mismo año, Steven Spielberg estrenaba *Encuentros en la Tercera Fase* con un alarde de efectos especiales creados por el veterano Douglas Trumbull (Trumbull acababa de rechazar la oferta de Lucas de desarrollar los efectos especiales de Star Wars, presentándole finalmente a George Lucas a su asistente Dykstra).

A parte de desarrollar su propio sistema de control de movimiento, Trumbull también desarrolló técnicas para crear de manera intencionada "destellos en la lente" (las formas creadas por el reflejo de la luz en las lentes de las cámaras) para proporcionar a la película formas no concretas de platillos volantes.

2.3.2 La aparición del CGI (Computer-Generated Imagery)

Hasta el momento, hemos visto cómo ha avanzado la tecnología delante de la cámara, pero la verdadera revolución se dio con la llegada de los circuitos integrados: el ordenador.

Aunque se considera que el primer ordenador data de 1936 (el Z1 de Honrad Zuse), no fue hasta 1973 cuando comenzaron a emplearse en la industria del cine. En *Westworld*, dirigida por el escritor Michael Crichton, los animadores Gary Demos y John Whiteny Jr, "pixelaron" algunas escenas con el fin de recrear el punto de vista de androide interpretado por Yul Brynner.



Imagen 18: Fotograma de Tron

El uso principal que se daba entonces a los ordenadores era el control de los movimientos de cámara o para pequeños trucajes (imágenes fractales en pantallas de navegación y pequeños retoques de fondo). Tenemos que esperar hasta 1982 para que apareciera el primer personaje completamente digital: Bit, un ser binario era el acompañante de Flynn en los cibernéticos mundos de Tron.

El director se jactaba de haber utilizado un ordenador de 2Mb de memoria RAM y 330 Mb de disco duro para hacerlo. Cualquier Smartphone tendría ahora más potencia, procesador y memoria que lo utilizado entonces.

Dos años después, se estrenó Starfighter: la aventura comienza (*The last Starfighter*, 1984), donde se modificaron 27 minutos de película con escenas CGI para recrear naves, entornos y escenas de batalla, todo ello renderizado por una supercomputadora Cray X-MP. Es curioso poder comparar esta película con El retorno del Jedi, estrenada un año antes y que todavía utilizaba modelos a escala.

Es también curioso que tanto Tron como The Last Starfighter, que hoy en día son de culto para los fans de la ciencia ficción, fueran un fracaso en las taquillas y que llevaran a decir a los críticos y expertos de la época que la animación por ordenador no tenía futuro.

El gran beneficiado con la llegada del ordenador ha sido el cine de animación. Compañías como Pixar diseñaron nuevo software de renderizado y animación y produjeron cortometrajes ya a mediados de los 80, como *Luxo Jr.* en 1986 o la oscarizada *Tin Toy* en 1988.

Desde entonces y gracias al incremento exponencial de la potencia de los equipos, se han ido creando nuevas técnicas a cual más asombrosa:

- El morphing (técnica en la que se transforma un objeto en otro distinto) aparece por primera vez en *Willow* (1988), aunque sería con *Abyss* (1989), de James Cameron, donde esta técnica logró su mayor popularidad. Cameron nos presentaba un tentáculo de agua capaz de adoptar la forma de objetos y personas.
- 1995 supone el salto de los cortometrajes de animación a la liga de largometrajes. *Toy Story*, primera colaboración entre Disney y Pixar, es un éxito de taquilla que abre la puerta a un nuevo estilo de animación. Ya no se necesitan a cientos de dibujantes para terminar una película. Para Toy Story se necesitaron 117 superordenadores que eran capaces de crear 3 minutos de película por semana.
- La captura de movimiento, que pudimos ver por primera vez en Desafío Total (*Total Recall*, 1990) en la escena del escáner, supuso toda una revolución, ya que no solo sirve para dotar de movimiento reales a muchos personajes en segundo plano (gran parte de los pasajeros del Titanic se crearon con esta técnica), sino que ha permitido creado personajes completamente digitales: Gollum, Caesar (El origen del planeta de los Simios),...
- El efecto bandada (movimiento en conjunto y sincronía de varios sujetos) es utilizado en películas como Parque Jurásico y en películas de animación clásica como El Rey León.
- El escaneado digital ha supuesto el paso de las marionetas y las maquetas a los metrajes de las películas, permitiendo incluir también texturización en los objetos.

El número de avances o mejoras que se han conseguido en estos casi 45 años de colaboración entre la tecnología y el séptimo arte ha inundado casi todas las películas que se estrenan hoy en día (aunque no siempre ha dado buen resultado, ya que muchas veces se abusa de todos estos elementos). Los estudios invierten grandes presupuestos solo para los efectos especiales lo que aparecen compañías especializadas en el desarrollo de los CGI: ILM (1975), Pixar (1986), Weta y Digital Domain (1993), ...

Pero no adelantemos acontecimiento. Sigamos el camino de baldosas amarillas que nos llevara a conocer un poco más en detalle en qué consisten todos estos trucos con los que nos embaucan cada vez que entramos en una sala de cine.

3 Grandes personajes

“Hay tres maneras de hacer las cosas: la buena, la mala y la mía”

-- Casino, 1995

La industria del cine siempre se ha caracterizado por ofrecer a los espectadores lo que estos requerían, muchas veces, de manera cuadrículada, basándose en la idea de "si algo funciona, para que cambiarlo" pero, de vez en cuando, han aparecido figuras que han planteado nuevas ideas y que han hecho que la industria se replantee sus estrategias y sea capaz de ofrecer cosas nuevas.

Aunque el cine tiene más de 110 años, no podríamos entender los efectos especiales sin que nos vengan a la cabeza, casi sin pensarlo, nombres como George Lucas, Steven Spielberg o, más recientemente James Cameron o Peter Jackson. Pero antes que todos ellos, antes de los ordenadores y el 3D, hubo un pionero, un visionario, que fue capaz de cambiar las reglas de juego.

3.1 Georges Méliès

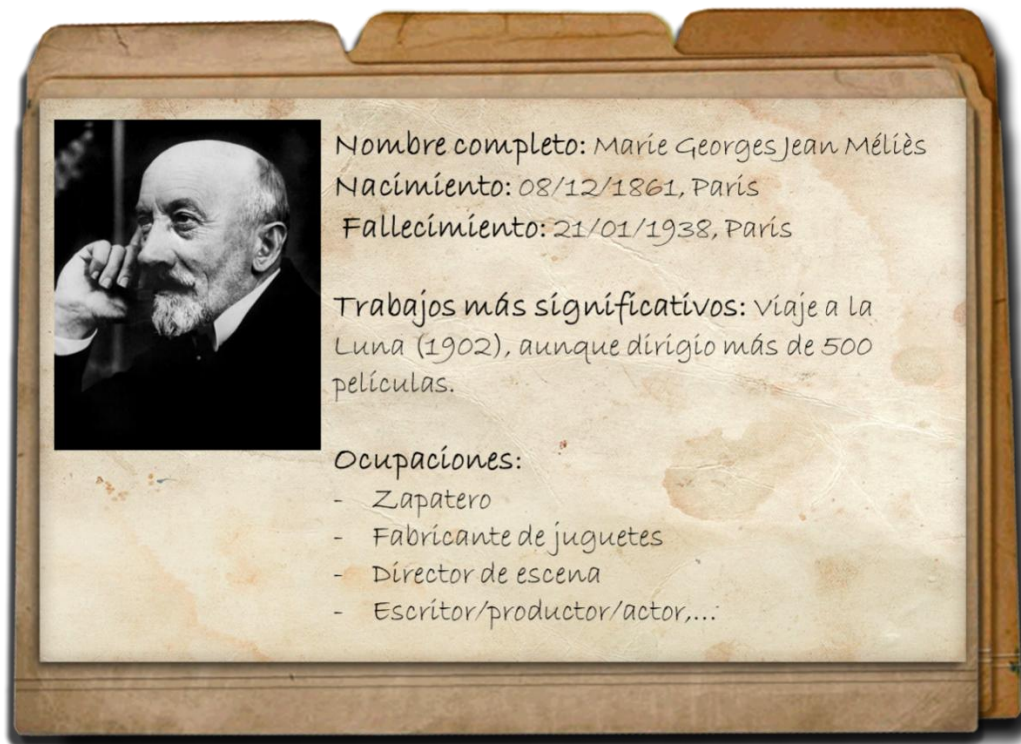


Imagen 19: Ficha de Georges Méliès

Antes de que se le metiera en la cabeza el mundo del cine, este hijo de empresario zapatero probó fortuna como empresario teatral. Tras la muerte de su padre, en 1888 compró el teatro Robert Houdini con su parte de la herencia y con la dote de su esposa. Fue dibujante y reportero para el periódico satírico *La Griffes* e inventor (suyos eran la mayoría de trucos, tramoya y maquinaria que se utilizaban en los espectáculos de ilusionismo que se estrenaban en su teatro).

Todo este bagaje dentro del mundo del ilusionismo le permitió conseguir entrada para un evento que le cambiaría la vida. Fue uno de los afortunados en poder asistir a la presentación mundial del cinematógrafo en París. Quedó tan impresionado con el espectáculo de la familia Lumière que quiso incluirlo en el programa de su teatro. Los Lumière se negaron a vender uno de sus aparatos, con lo que se vio obligado a adquirir un modelo suministrado por la Robert W. Paul Instrument Company (Robert William Paul hizo en Inglaterra lo que los Lumière habían hecho en Francia: crear su propia versión del Kinetoscopio).

Méliès cambió parte del mecanismo para ajustarlo a sus necesidades ya que la máquina de Robert W Paul funcionaba solo como proyector. Meses más tarde, había conseguido desarrollar un aparato de prestaciones similares al cinematógrafo,

con una curiosa rampa helicoidal por la que se movía el negativo. Era el kinetógrafo o teatrógrafo.

En 1896, y armado ya con una cámara, empieza a rodar y proyectar en su teatro las primeras películas que, como ya habían hecho los Lumière, resultaban pequeños documentales de la vida al aire libre. Sin embargo, él venía del mundo del teatro y de la magia, y estos retazos de la realidad le sabían a poco así que empezó a cambiar su estilo e intentar hacer de sus películas un espectáculo de ilusionismo.

Ese mismo año, rodó *Escamotage d'une damme* donde utilizó por primera vez, y de forma intencionada, el truco de sustitución de elementos (stop motion), que ya había descubierto por casualidad mientras rodaba escenas cotidianas por las calles de París. En esta ocasión, hizo desaparecer de escena a una dama para convertirla en un esqueleto.

Tras experimentar durante algún tiempo con el rodaje en exteriores, se dio cuenta que se encontraba a merced de los elementos (viento y lluvia tan característicos en París) así como a la disposición de luz natural.

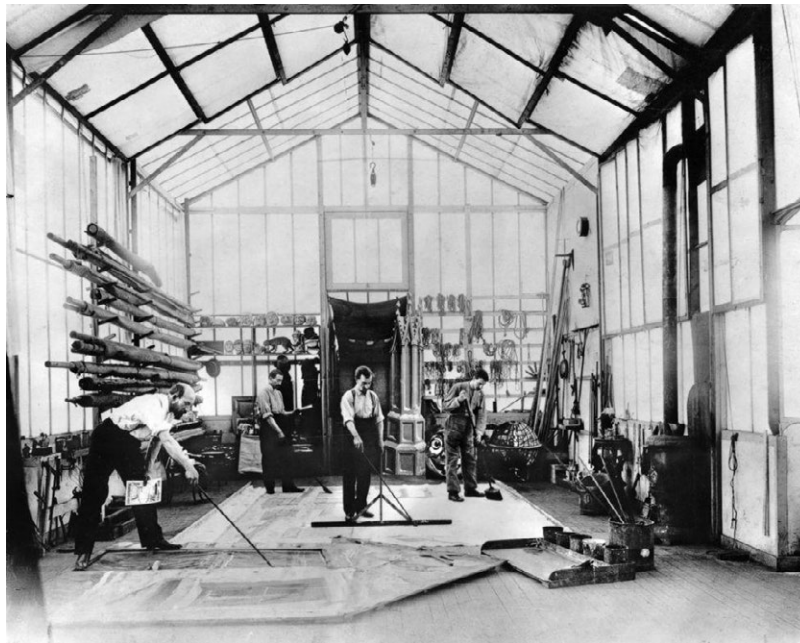


Imagen 20: Estudio cinematográfico en Montreuil-sous-Bois

Por esta razón creó, a las afueras de Montreuil-sous-Bois, uno de los primeros estudios cinematográficos (se disputa este título con el estudio que creó Edison en EEUU, que se llamaba "Black Mary"). Construyó un edificio con paneles de cristal para poder aprovechar al máximo la luz natural durante los rodajes (los generadores

de la época no aportaban luz suficiente), con las mismas dimensiones que tenía el teatro Robert-Houdini y con capacidad suficiente para la construcción de los decorados para sus películas.

En 1902 estrenó su obra más conocida y donde puso toda la carne en el asador: "Viaje a la Luna (*Le Voyage dans la Lune*)". Basada en dos clásicos de la literatura como fueron "De la Tierra a la Luna" de Julio Verne y "Los primeros hombres en la Luna" de H.G. Wells, trajo por primera vez a las pantallas los viajes espaciales.



Imagen 21: Fotograma de Viaje a la Luna

Demostró un gran derroche de imaginación no solo narrativamente (ya se estructura la película con su planteamiento, nudo y desenlace) sino también en la creación de los decorados y la tramoya para poder representar los viajes espaciales.

Para los anales de la historia ha quedado la imagen de la cara de la Luna con el cohete de los valientes exploradores incrustada en el ojo y que ha sido incluso utilizada en videos musicales de Queen (Heaven for Everyone) o The Smashing Pumpkins (Tonight, Tonight).

La película fue un éxito mundial, aunque fue uno de los primeros casos de piratería en el cine cuando, en un intento de distribuir Viaje a la Luna en EEUU, esta fue copiada por los técnicos de Edison y fue distribuida allí sin que Méliès recibiera un dólar.

El tiempo pasaba y el cine evolucionaba. Para poder sobrevivir, se vio obligado a trabajar para Pathé y Edison. Firmó un contrato en el que se comprometía a proporcionar 300 metros de película semanalmente a este último. Para rematar su caída, todas las películas destinadas a Pathé, pasaban por el control de Ferdinand Zecca, un operador de mucho peso en la empresa que, según se rumoreaba, le tenía especial manía.

Entre el monopolio que ejercía Edison en EEUU y Pathé en Francia, además del estallido de la Primera Guerra Mundial, su negocio se acabó resintiéndose tanto que, en 1913, se retiró completamente de todo ese mundillo, dejando tras de sí un legado

de más de 500 películas. En 1923, acosado por las deudas, tuvo que vender todas sus propiedades, incluyendo la propiedad de Montreuil. Cuenta la leyenda que, en un ataque de ira, cuando ya todo estaba perdido, el mismo quemó los negativos de sus películas. Se salvaron algunas copias que se encontraban en los almacenes Dufayel, en una colección que se proyectaba a los clientes.

Fue rescatado del olvido por Léon Druhot, director de la Ciné-Journal, cuando, en 1925 lo encontró trabajando en un puesto de juguetes y golosinas de la estación de Montparnasse. 6 años después, y tras haberse redescubierto su obra de manos de los surrealistas, le



Imagen 22: Fotografía de Méliès en la estación de Montparnasse

concedieron la Legión de Honor en 1931.

En 1932 se trasladó al Castillo de Orly, casa/asilo de jubilación de "la mutua del cine" (institución fundada en 1921 por Léon Brézillon, presidente del sindicato francés de productores cinematográficos), y allí vivirá junto a su segunda esposa Jeanne d'Alcy hasta su fallecimiento, el 21 de enero de 1938, en el hospital Léopold Bellan de París a causa de un cáncer. Sus restos descansan en el cementerio de Père-Lachaise junto a otras figuras ilustres como Chopin, Edith Piaf, María Callas, James Morrison,...

Aportaciones

1. Fue capaz de **transformar la narrativa** del cine, pasando de ser documentales de unos minutos a historias con estructura narrativa, muchas veces inspiradas en clásicos de la literatura.

2. Traslado los conocimientos adquiridos del mundo del teatro al mundo del cine. Utilizó tanto trucajes sobre la película (stop motion, exposición múltiple del negativo, fundidos a negro o desde negro) como trucajes en los propios escenarios como tramoya, trampillas, mecánicos e incluso ópticos
3. Para poder desarrollar sus tramas, se dio cuenta de la necesidad de habilitar un sitio para tal efecto, dando lugar al concepto de estudio cinematográfico.



Imagen 23: Técnica de sobre exposición de imágenes

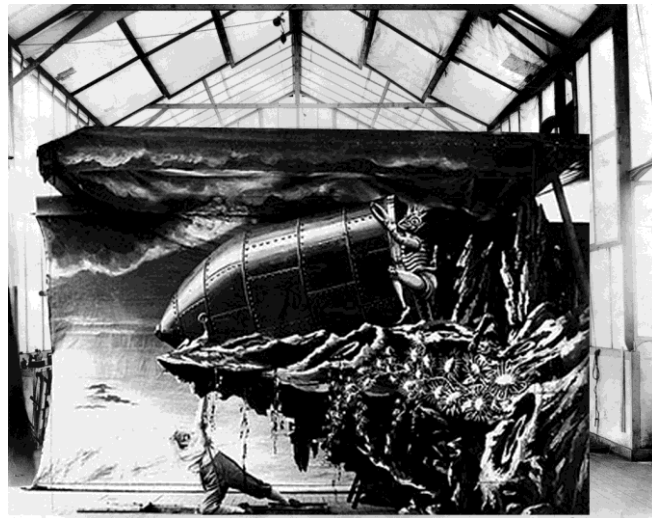


Imagen 24: Interior del estudio de Montreuil

3.2 George Lucas

Seis años después de la muerte de Méliès nace, en Modesto, California, el que puede ser considerado como el creador del cine-espectáculo de masas que es hoy en día.



Imagen 25: Ficha de George Lucas

Siendo joven, George Lucas no se preocupaba mucho por los estudios y sí por la velocidad. Su sueño era convertirse en piloto profesional (de hecho, todavía se le puede ver en los box de la Fórmula 1). Este hubiera sido su futuro si con 18 años, y al volante de un Autobianchi Bianchina, no hubiese tenido un accidente donde casi pierde la vida, y que acabó metiéndole el miedo en el cuerpo. No se desvinculó completamente de este mundo, y cambiando el volante por una cámara, comenzó a grabar alguna de las carreras a las que asistía.

Empezó a aficionarse a las películas consideradas underground y al cine europeo (Jean-Luc Godard, François Truffaut o Federico Fellini, entre otros), y quiso

empaparse más de ese mundo. Para eso, dejó su Modesto natal y se fue a estudiar a Los Ángeles, a la universidad del sur de California (USC). Era la única, por aquel entonces, que disponía de un programa de estudios cinematográficos. Fue en estas aulas donde se forjó una de las amistades "más influyente y lucrativas" del mundo del cine: por esos pasillos también correteaba Steven Spielberg.

Aunque podemos pensar que sus primeros pinitos fueron historias de fantasía, la verdad es que sus primeros cortos corresponden a películas de cinéma-vérité (estilo que combina la improvisación con el uso de la cámara para desvelar la realidad o resaltar los temas ocultos detrás de la cruda realidad)

Se graduó en 1967, e intentó enrolarse en las fuerzas aéreas como oficial pero no lo aceptaron por el gran número de multas por excesos de velocidad que tenía. Cuando le llamaron para cumplir servicio en Vietnam, tampoco fue aceptado porque sufría de diabetes. Estaba visto que el ejército no iba a ser lo suyo.

Sin ningún plan en mente, volvió a la universidad como alumno graduado y trabajando como ayudante de una clase que se impartía a soldados de la US Navy sobre la realización de documentales.

En esta época, rodó un cortometraje, llamado "Electronic Labyrinth: THX 1138 4EB", que ganó el primer premio del National Student Film Festival, y que también le valió una beca de la Warner Bros. que consistía en observar y trabajar en la película de su elección.



Imagen 26: Cartel de Finian's Rainbow (1968)

Tras valorar sus opciones, eligió un proyecto con Francis Ford Coppola en la película "*Finian's Rainbow*" (1968). Coppola era un héroe para los estudiantes de la USC porque había salido de esas mismas aulas para triunfar en Hollywood.

Esta colaboración llevó a estos dos caballeros a la fundación de la American Zoetrope con el fin de crear un entorno libre para los directores fuera de lo que consideraban el control opresivo del sistema de estudios. ¿La primera película que produjeron y dirigieron? *THX-1138* en 1969, basada en el corto que había realizado Lucas dos años antes. Fue un bonito intento que no funcionó en taquilla.

1971 fue el año de creación de la empresa de Lucas, la LucasFilm Ltd. desde donde escribió y dirigió *American Graffiti* (1973). Con el apabullante éxito que cosechó la película, tanto de taquilla como de crítica (tuvo 5 nominaciones a los oscars) se hizo un nombre para poder llamar a las puertas de los grandes estudios y emprender su propia visión de las películas del espacio, una historia galáctica sobre el bien y el mal: *Star Wars*.

Aunque entraremos en mayor profundidad en próximos capítulos, el éxito de la película les pilló por sorpresa a propios y extraños, nunca llegaron a imaginarse la reacción casi obsesiva que habían conseguido en el público. Decidió entonces, dar un paso atrás, aparcarse la dirección y dedicarse a la escritura de guiones y a la producción:

- Es el escritor de los capítulos I, II, III, IV, V y VI de *Star Wars* y de la mayoría de las series y películas de dibujos animados derivados de la saga
- Fue productor y guionista de las 4 entregas de *Indiana Jones*
- Produjo *Dentro del Laberinto* (1986), de su amigo Jim Henson.
- También ha tenido algunos fracasos como *Howard, el pato* (1986), *Willow* (1988) o *Tucker: el hombre y su sueño* (1988).

En 1979, fundó Pixar (entonces, era conocido como Graphics Group), uno de los 3 componentes de la división de ordenadores de LucasFilm. Suyos son (antes de que se dedicaran enteramente al cine de animación), los efectos de películas como *StarTrek II: la ira de Khan* o *Las aventuras del joven Sherlock Holmes*.

Pixar fue adquirida, en 1986, por Steve Jobs poco después de que Apple prescindiera de sus servicios. Jobs pagó a Lucas 5 millones de \$ y puso otros 5 como capital a la compañía. De esta manera, Lucas conseguía parar las pérdidas de capital que se venían arrastrando los últimos 7 años por proyectos de investigación con nuevas herramientas tecnológicas, el costoso divorcio de Lucas y la bajada de ingresos de la compañía por las pocas ventas de merchandising de Star Wars tras el

estreno de *El Retorno del Jedi* (1983). Con esta inyección económica, la empresa tenía posibilidad de dedicarse a la creación de productos de entretenimiento en lugar de al desarrollo de dichas herramientas.

Volvió a la dirección en 1999 con nuevas ideas para la precuela de las películas de Star Wars finalizando esta trilogía en 2005 con el estreno de *La venganza de los Sith*. Si antes las naves y los seres de otro planeta tenían que ser maquetas o maquillaje, ahora ya podía apoyarse en toda una nueva tecnología de la cual, en cierta manera, había sido creación suya.



Imagen 27: Cartel de Indiana Jones y la Calavera de Cristal

En 2008, volvió a retomar su otra franquicia y, con Spielberg al timón, estrenaron la cuarta entrega de Indiana Jones: *Indiana Jones y la Calavera de Cristal*. Queda para el criterio de los espectadores si estos movimientos fueron los adecuados o fueron un intento desesperado de resucitar las franquicias.

Un poco cansado ya del trajín, en 2012 se retiró de la producción de películas de grandes presupuestos para centrarse en proyectos más pequeños. Katheleen Kennedy, colaboradora desde hacía muchos años de Steven Spielberg y una de las productoras de Indiana Jones lo sustituyó a la cabeza del negocio.

Con la venta de LucasFilm a Disney en 2012 por 4.000 millones de dólares, Lucas se convirtió en uno de los mayores accionistas individuales de Disney solo por detrás de Steve Jobs (posición obtenida cuando vendió Pixar a Disney). Además, entregó a Disney material suficiente para lo que debería de convertirse en la siguiente trilogía de Star Wars, aunque en sus últimas declaraciones ha quedado claro que dichas ideas nunca fueron tenidas en cuenta.

Desde entonces, hace apariciones esporádicas, y realiza pequeños proyectos, pero con un ritmo mucho más relajado del que ha llevado en los últimos años.

Aportaciones

1. **Cambio la manera de relacionarse con los estudios.** Renegoció con los ellos sus contratos cobrando menos, siempre y cuando pudiera quedarse con parte de los beneficios y el merchandising. Con este movimiento y el éxito cosechado, consiguió dinero suficiente para producirse sus propias películas escapando del control de las productoras.
2. **Creó un conglomerado de empresas centradas en potenciar los aspectos técnicos del cine.** La LucasFilm Ltd comprendía:
 - a) ILM: sección dedicada a los efectos visuales
 - b) Skywalker Sound: diseño de sonido en post-producción
 - c) LucasArts: diseño de video juegos, o fue así hasta 2013 en la que se pararon los diseños, aunque continua funcionando en cuanto a publicidad y licenciamiento
 - d) LucasFilm Animation
 - e) Lucas Licensing: Licenciamiento y merchandising
 - f) Lucas Online: desarrollo de websites
 - g) THX Ltd: encargados del desarrollo de sistemas de sonido para las salas de cine (Esta empresa salió del grupo en 2001 tras su venta)
3. Con la creación de ILM y Pixar **dio paso a dos de las empresas más significativas en el mundo del trucaje cinematográfico.** La primera nació por la necesidad que tenía, en 1975, de una empresa que realizase los efectos que necesitaba para su epopeya galáctica: Dysktraflex, el uso de gráficos por ordenador, escáneres laser para las películas,... La segunda se convirtió en el principal referente para el cine de animación digital



INDUSTRIAL
LIGHT & MAGIC
A LUCASFILM COMPANY



SKYWALKER
SOUND
A LUCASFILM COMPANY

Imagen 28: Logos de las distintas divisiones de la LucasFilm Ltd.

4. Desarrollo junto con Tomlinson Thomas uno de los sistemas de sonido más populares (tanto para grandes salas como para sistemas caseros): THX sirve de estándar para asegurar la calidad del sonido que se está oyendo en los cines.



Imagen 29: Certificado de sonido THX

5. Colaboró en la **expansión de la proyección digital como método de rodaje**, dando su apoyo definitivo al rodar completamente en formato digital la segunda trilogía de Star Wars (sin usar el típico rollo de película). Con esto se conseguía que:
 - a) Las grabaciones digitales puedan ser revisadas inmediatamente en el set después de rodarse
 - b) La edición y modificación de las imágenes, se realiza rápidamente ya que no hay que escanear la película previamente.
 - c) Su almacenamiento es mucho más estable que las películas tradicionales (más sujetas al deterioro con el paso del tiempo)

La influencia de Star Wars ha sido más que considerable en varias generaciones, pero fijémonos en un personaje que reorientó su futuro después de verla en el cine, ya que James Cameron todavía no tenía muy claro hacia dónde encaminar su vida.

3.3 James Cameron



Imagen 30: Ficha de James Cameron

Este canadiense emigrado a la soleada California, se matriculó en Física en 1973, cambiándolo luego por filología inglesa y, finalmente, dándolo todo por imposible al comienzo del curso en 1974. Visitaba con cierta asiduidad la biblioteca de la USC (alma matter de George Lucas) y se empapaba de cualquier libro que caía en sus manos relacionado con los efectos especiales (impresión óptica, proyecciones frontales,...)

Dejó su trabajo como conductor de camiones, y juntó a un grupo de amigos dispuestos a reunir algo de dinero y conseguir el material necesario, rodó su primer cortometraje, llamado *Xenogenesis* (1978). Continuó autoformándose en cualquier ámbito cinematográfico al que podía echar mano, llegando a trabajar como miniaturista para la factoría Corman. Luego siguió probando por otros trabajos dentro de la industria: Director artístico en *Battle Beyond the Stars* (1980), Director de efectos especiales en la película de John Carpenter *Escape de Nueva York* (1981), Diseñador de producción en *Galaxy of Terror* (1981),...

Se encontraba trabajando como director de efectos especiales en la segunda entrega de la película Piraña cuando, el director en ese momento, Miller Drake,

desarrollo ciertas diferencias creativas con el productor de la cinta, Ovidio Assonitis, el cual ascendió a Cameron a director de la cinta en cuanto salió por la puerta Drake. Así consiguió su primera experiencia la dirección.

Cuenta la leyenda que, durante el periodo de rodaje de esta película, sufrió una intoxicación alimenticia y fue entonces, durante un proceso febril, cuando tuvo una pesadilla sobre un robot enviado desde el futuro para matarle. Esta idea acabaría convirtiéndose en el guion de *Terminator*.

Cuando se recuperó y hubo desarrollado el guión, decidió vender los derechos del mismo a cambio de que le dejaran dirigirla. Esto chocó con muchos estudios que, aunque encontraron la idea muy interesante, no estaban dispuestos a dejarlo en manos de un novato.

Una compañía llamada Hemdale Pictures en colaboración con Pacific Western Production compró los derechos del guion por 1\$ y dejaron que Cameron rodará la película. Para completar el proceso, Orion Pictures se encargaría de su distribución.



Imagen 31: Cartel de Terminator

Se estrenó en 1984 sin muchas expectativas por parte del equipo, por eso todos se quedaron tan sorprendidos con éxito que cosechó. Hay que tener en cuenta que era una película de bajo presupuesto, (rodaron en audio mono para poder reducir los costes) con un coste estimado de 6,5 millones de \$. La película recaudó, en todo el mundo, más de 78 millones de \$, iese supone un retorno de la inversión de más del 1000%!

Ya tenía el gusanillo en el cuerpo, ¿y ahora qué? Escribió durante una temporada y de su máquina de escribir salió entonces la segunda parte de Rambo (*Rambo: Acorralado Part II*, que fue nominado como peor guion ese año) y *Aliens*, la segunda parte de Alien, película que había dirigido Ridley Scott en 1979 y que se proponía dirigir en ese momento.

Mucha gente del equipo mostró cierta hostilidad hacia el nuevo ya que consideraban que era un pobre sustituto para el Sr Scott. Pese a ello siguió adelante

con una perseverancia marca de la casa, llevando a la saga a ser un nuevo éxito de taquilla y desarrollando el personaje de Ellen Ripley, hasta el punto de convertirlo en uno de los personajes femeninos más carismáticos (por esta película Sigourney Weaver consiguió una de sus tres nominaciones al Oscar).

Su siguiente proyecto también fue una adaptación de otro guion suyo (está visto que tiene tanta mano siendo escritor y como director). En este caso, se trataba de una aventura bajo el mar. Un grupo de trabajadores de una petrolera se topan con un amistoso grupo de alienígenas. Más o menos, este podría ser el resumen de *The Abyss* (1989).

Por aquel entonces (estamos hablando de 1989), la tecnología no permitía crear digitalmente el entorno marino, con lo que el equipo tuvo que rodar realmente bajo 12 metros de agua. Se usaron dos tanques enormes (uno con 28 millones de litros de líquido, y el otro con 9,5 millones).



Imagen 32: Fotograma de "The Abyss"

Entre las infraestructuras y los efectos digitales desarrollados (el tentáculo de agua, creado por un nuevo programa diseñado por la ILM llamado Photoshop, fue el primer personaje CG capaz de mostrar emoción) hicieron que los 41 millones de dólares de presupuesto inicial, no fueran

suficientes (se calcula que pudo costar unos 70 millones), estableciendo una verdad en Hollywood: Cameron siempre se pasará de presupuesto.

No consiguió un éxito aplastante, aunque salió de la escaramuza en números positivos (logró recaudar 90 millones de \$) y dejó una película que ha sabido envejecer con mucha elegancia (y más si se dispone de la versión extendida).

Es tradición en Hollywood que, si una película funciona bien en taquilla, hay que hacer inmediatamente una secuela (o precuela o trilogía, conceptos que ahora se estilan mucho).

Se llevaba rumoreando ya algún tiempo la posibilidad de realizar una segunda entrega de Terminator, incluso Schwarzenegger (que ya por entonces era una de las grandes estrellas del Star System) estaba interesado en continuar con esta lucha entre hombre y máquina.

Es problema residía en quien disponía de los derechos de la historia (recordar que se habían vendido por 1\$ a una empresa que, por estas fechas había quebrado y vendido todo su material).



Imagen 33: Imagen tomada durante el rodaje de Terminator 2

Cuando consiguió asegurarse este punto, se pudo dar luz verde a *Terminator 2: el juicio final*, esta vez con el temible T-800 como ángel de la guarda de John Connor. El malo, sería un modelo mejorado llamado T-1000. Cameron comentaba que "[...] Quería a alguien que fuera tremendamente ágil y rápido. Si el T-800 es un tanque Panzer, entonces el T-1000 es un Porsche. [...]".

Ni que decir tiene que, del presupuesto inicial al coste final de la película, el único parecido iría en la palabra millones. Una gran parte fue destinada para pagar a la estrella de la película, y otra buena tajada a los efectos especiales que Cameron necesitaba para dotar de agilidad y maleabilidad al nuevo T-1000.

Ni que decir tiene también que rompió las previsiones en taquilla. Costó aproximadamente unos 100 millones \$ (millón arriba, millón abajo), y ganó más de 510\$ convirtiéndose en la más taquillera hasta el momento.

En 1993 fundó, junto con Stan Winston y Scott Ross, **Digital Domain**, empresa de efectos visuales y animación digital que tenía su sede en Venice, California. Ellos fueron los encargados de realizar los efectos del siguiente proyecto como director de Cameron: *Mentiras Arriesgadas* (*True Lies*, 1994), un remake de la película francesa La Totale!. Además, produjo el thriller de ciencia-ficción *Strangers Days* (1995) dirigido por su exmujer Catherine Bigelow. Pero todo esto era solo el calentamiento. Estaba cogiendo fuerzas para algo mucho más gordo.



Imagen 34: Titanic zarpando del puerto de Southampton

Llegamos a 1996-1997. Por esta época empezó a interesarse sobre la historia del hundimiento del RMS Titanic. La trama se centraría en la historia de amor de dos pasajeros de clases diferentes y el telón de fondo, serían los eventos que hicieron famoso al barco.

200 millones de dólares (el más alto hasta el momento) no fueron suficientes, a lo que hay que añadir los continuos retrasos sobre la planificación inicial que acarrea ya la producción. Todo hacía pensar que la película correría la misma suerte que el famoso transatlántico.

Se estrenó el 19 de diciembre de 1997, y recaudó en su primera semana, unos tímidos 28 millones. Es normal que el primer fin de semana de una película sea su pico de recaudación, pero en este caso,... no fue así. Su segunda semana recaudo 35 millones de \$ y de ahí a un total de 2100 millones. De hecho, estuvo más de 10 años como la película más taquillera de toda la historia, hasta que las aventuras de unos seres azules (y que no son los pitufos) ocuparon su lugar.

En Junio de 2005, anunció que estaba trabajando en un proyecto llamado "Project 880", nombre en clave para *Avatar*. Iba a ser, casi en su totalidad, generada por ordenador e iba a dar un paso más en la técnica de "performance capture".

Tardó 4 años en terminar de rodarla, y su estreno tuvo que retrasarse para darle más tiempo al proceso de post producción y para permitir a las salas de cine poder incorporar los proyectores de 3D necesarios.

Si 2100 millones nos parecieron muchos, se estima que Avatar recaudo unos 2800 millones, convirtiéndose en la segunda película en romper la barrera del 2000 y en la más taquillera de toda la historia.

Como su sueldo iba sujeto también a la taquilla (...), Cameron se embolsó aproximadamente unos 257 millones de dólares.

Poco se sabe de sus incursiones en el mundo de la ciencia: fue miembro de la NASA Advisory Council y colaboró con ellos en un proyecto de creación de infraestructuras para la primera misión tripulada a Marte. Además se ha convertido en un experto en inmersiones marinas: Ha diseñado algunas de las cámaras usadas para rodar las imágenes del lugar del hundimiento del Titanic y construyó el DeepSea Challenger, mini submarino que fue capaz de descender a una profundidad de 10.908 metros en las fosas Marianas, cerca de la costa de Guam. Durante sus viajes a las profundidades del océano, ha realizado documentales sobre el hundimiento del Bismark o del Titanic y ha recogido datos que han dado como resultado el descubrimiento de nuevas especies de pepino de mar, gusano del calamar y amebas gigantes.

Aportaciones

1. Con la ayuda de Vince Pace, diseñaron una cámara más ligera capaz de permitir el **rodaje directamente en 3D** simplificando el anterior mecanismo que necesitaba del uso de dos cámaras durante el rodaje. A este sistema le llamaron Fusion Camera System

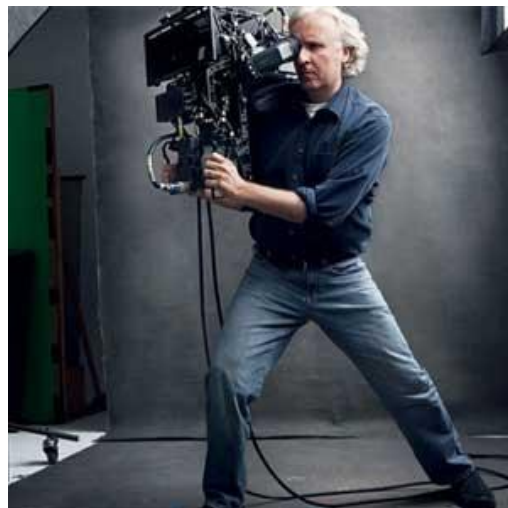


Imagen 35: James Cameron con la Fusion Camera

2. **Diseñó**, junto con su hermano Mike, **2 pequeños robots submarinos** (llamados Jake y Elwood, como los personajes de los Blues Brothers), **capaces de sumergirse a gran profundidad** e introducirse en lugares pequeños (fueron diseñados principalmente para entrar por las escotillas de los restos del Titanic). Eran capaces de enviar la información recogida a través de un cable de fibra óptica tan fino como el cabello humano que se desenrollaba directamente desde el robot



Imagen 36: Elwood (izq) y Jake (der)

3. Ha perfeccionado, e incluso creado, **nuevas técnicas digitales** que le permitan contar las historias con la calidad necesarias: mejoro la técnica del morphing y del performace capture, replanteo el uso del blue screen,...



Imagen 37: Sala de máquinas del Titanic

4 Ejemplos de película

Ya tenemos unas nociones básicas de lo que se ha estado haciendo durante estos más de 100 años de cine: cosas buenas, cosas malas, y cosas sorprendentes.

La mejor manera de entender todo lo que ha avanzado el cine en general, y el mundo de los efectos especiales en particular, es estudiar algunas películas con las que hemos crecido y que marcaron un antes y un después en un mundo en continuo proceso de cambio.

¡Abrocharos el cinturón, porque empieza el viaje.!

4.1 Star Wars

“Ayúdame, Obi-Wan Kenobi ... Eres mi última esperanza”

-- La guerra de las Galaxias, 1977

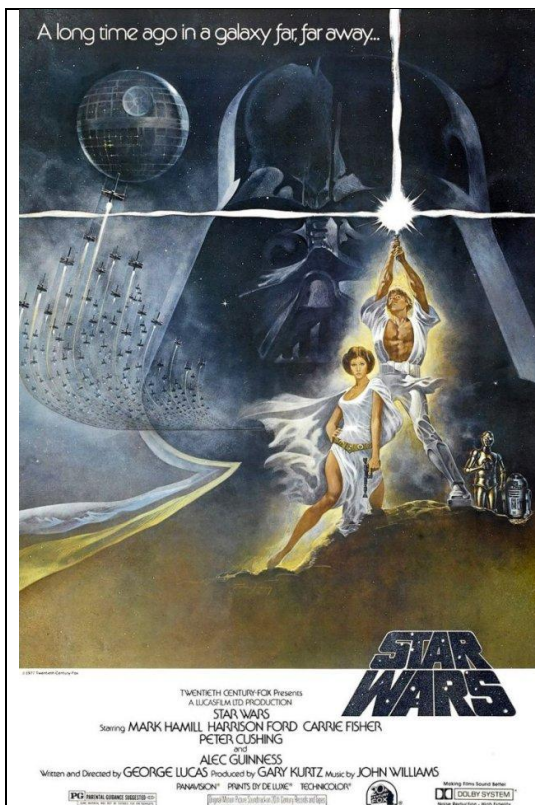


Imagen 38: Cartel original de Star Wars (1977)

Título Original: Star Wars: Episode IV – A new hope

Fecha de estreno: 25 de Mayo de 1977

Director: George Lucas

Duración: 123 minutos

Guion: George Lucas

Presupuesto: 11.000.000\$ (aproximado)

Reparto: Mark Hamil (Luke Skywalker), Carrie Fisher (Leia Organa), Harrison Ford (Han Solo), Sir Alec Guinness (Obi-Wan Kenobi), C3-PO (Anthony Daniels), R2-D2 (Kenny Baker), Darth Vader (David Prowse, voz de James Earl Jones), General Tarkin (Peter Cushing)

Sinopsis: La princesa Leia, espía de la resistencia, es apresada por el imperio. Un grupo formado por el inexperto Luke Skywalker, el contrabandista Han Solo, un viejo Jedi, y 2 droides deberán rescatarla de manos del malvado Darth Vader y hacer llegar a la alianza rebelde los planos de la mayor arma jamás creada por el imperio.

4.1.1 Un poquito de historia

En 1971, George Lucas había firmado un contrato con la United Artist Corporation para dos películas: una sería *American Graffiti* (1973) y la otra sería una película de ciencia-ficción que se dividiría en nueve partes. Para este segundo proyecto, estaba buscando hacer una versión de Flash Gordon. Sin embargo, se encontró con que obtener los derechos del personaje para poder hacer la película era prácticamente imposible.

Cuando se presentó el guion de la primera película al equipo de United Artist, no les gustó lo que vieron y pasaron su opción a la Universal a la que sí logró convencer. Junto con la financiación de *American Graffiti*, Universal se aseguraba la primera opción sobre la siguiente película de Lucas, o lo que es lo mismo, tenían que ser los primeros en ver el guion de su próximo proyecto.

Lucas presentó a la Universal la primera versión de *American Graffiti*, pero no quedaron muy entusiasmados con ella (lo que disminuyó en algunos puntos la confianza que habían depositado en él). Mientras tanto había estado escribiendo el guion de *Star Wars* y aprovechó para mostrárselo (la primera opción era de ellos). Y según se lo enseñó, Universal dejó pasar de su opción, y que otro estudio se encargase de la epopeya cósmica.

Antes de que se estrenase *American Graffiti*, Jeff Berg, el agente de Lucas, llevó el borrador del guion a Alan Ladd Jr, directivo de la 20th Century Fox, y este, en un acto de fe, aceptó el proyecto. Se firmó un preacuerdo (hay que tener en cuenta que todo esto fue antes del estreno de *American Graffiti*) por el cual Lucas cobraría 150.000\$ por el guion, la producción y la dirección.

American Graffiti se estrenó en EEUU el 1 de agosto de 1973, y como ya hemos comentado en el capítulo anterior, fue un éxito de crítica y público. En la Fox ya se estaban frotando las manos.

Ahora había que firmar el contrato definitivo, todos esperaban que Lucas pidiera un aumento de sueldo pero se encontraron con que Lucas solo quería asegurarse la posibilidad de poder rodar el serial completo que tenía en la cabeza. La condición que puso para la firma consistía en que él, y solo él, tendría los derechos para las posibles secuelas que pudieran salir (aparte de un 40% de lo conseguido en taquilla y todo el merchandising derivado, claro).

- Cuando se preparó el trato para la segunda parte, *El Imperio Contraataca* (1980), Lucas llegó a la conclusión de que, con el dinero que había conseguido con la primera, podía financiar el resto de la trilogía él solito, sin la ayuda de los grandes estudios. El trato que se le ofreció a Fox fueron los derechos de distribución en cines y video durante 7 años, mientras

LucasFilm se quedaba con el resto. A cambio, pedía que todo el merchandising generado volviera a Lucas. También intentaron conseguir los derechos de *Star Wars*, pero la Fox no iba a caer dos veces en la misma piedra, eso se lo quedaron ellos.

- Intentó repetir la misma operación con la franquicia de *Indiana Jones* y con los estudios Warner y Paramount. Pero los grandes estudios ya habían aprendido la lección y no se ha vuelto a repetir una negociación de este estilo.

Había empezado con el guion en 1972 y estuvo escribiendo 8 horas diarias durante casi dos años y medio hasta que perfiló, prácticamente, los 3 guiones de lo que sería la primera trilogía (y más de una idea para lo que sería la segunda trilogía).

La película se rodó en tres continentes: Tatooine está localizada en Túnez, los interiores se rodarían en Londres (por cercanía a Túnez) y por la cercanía del equipo a los EMI Elstree Studios: era el único estudio en Inglaterra o EEUU que podía proporcionar 9 "estudios" simultáneamente y permitir a la compañía completa libertad para seleccionar a su personal. Y por último, los estudios en Los Ángeles donde se rodarían algunos exteriores y los efectos especiales.

En marzo de 1976, una de las unidades de rodaje viajó al Tozeur, una pequeña ciudad oasis en el sur de Túnez. Se trabajó durante 8 semanas para la construcción de los decorados (que todavía se pueden visitar) y convertir la ciudad y el desierto en un planeta distinto. El rodaje empezó en Chotte el Djerid, no muy lejos de Tozeur. Un desnudo desierto que reflejaba la luz del sol por los pequeños granos de sal blanca oculta en la arena.



Imagen 39: George Lucas y C3PO en el desierto de Túnez

Dos semanas y media de rodaje en Túnez, y todo el equipo cambió la arena del desierto por la lluvia londinense. Se usaron los 9 estudios que ofrecía EMI Elstree Studios. Y John Barry tuvo que rellenarlos con más de 30 decorados que representaban otros planetas, naves

espaciales, salas de control, cantinas y los corredores de la Estrella de la muerte. Aun así, necesitaron un estudio bastante más grande para la escena del despegue de todos los X-Wing e Y-Wing. Tampoco tuvieron que irse muy lejos, a algo más de 32 millas (51 kilómetros), a los Shepperton Studios, en Middlesex. No es que fuera un estudio como tal, sino un par de antiguos hangares de la W/WII, pero cumplía con creces como la pista de despegue. El rodaje con los actores, llevó 14 semanas y media.

Una segunda unidad rodó el resto de los exteriores de Tatooine en el desierto de Death Valley (mucho más barato que volver a Túnez) y la jungla de Yavin en las ruinas mayas del parque nacional de Tikal, en Guatemala.

El guion requería de un gran número de miniaturas y efectos ópticos y en mayo de 1975 contactaron con John Dykstra para que se encargara de controlar y supervisar los efectos especiales. El problema es que no existía ninguna empresa capaz de emprender tamaña odisea con lo que planificaron la creación de una empresa "de la casa". Se instalaría en un almacén del Valle de San Fernando, California, y a partir de ahí, a ver que se podía hacer.

Se contrataron a 75 personas, casi todos jóvenes recién salidos de la universidad cuya media de edad no superaba los 26 años, que trabajaban en 2 turnos completos para conseguir los 360 efectos que se necesitaron durante el rodaje (de hecho, hacia tanto calor en el almacén, que el trabajo intentaban realizarlo siempre de noche).

Los distintos departamentos que se fueron formando incluían:

- Carpintería
- Ingeniería/electrónica: encargados de la creación o modificación de la cámara autónoma y el sistema de control de movimiento.
- Edición
- Animación
- Modelado: encargados de la creación de los prototipos de vehículos y naves espaciales

- Equipo de proyección (proyección delantera o trasera)
- Impresión óptica: serían los encargados de montar múltiples imágenes en una única película
- Departamento de rotoscopia: suministrarían el trabajo matte y generarían imágenes para potenciar el efecto de las explosiones.

Mientras Lucas se centraba en el rodaje en las principales localizaciones, la recién formada ILM empezaba a montar los efectos especiales que se iban a necesitar (Lucas había depositado mucha confianza en el equipo). Apenas existía comunicación entre los equipos, y a parte del teléfono, poco más podían utilizar y solo se viajaba al set de Londres cuando se tenían que rodar las escenas de bluescreen, ya que Dysktra supervisaba la correcta iluminación y posición de los objetos para que luego, durante la composición de la escena, todo quedara bien.

Cuando Lucas volvió del rodaje en Londres y visualizó lo que ILM había montado,... No montó en cólera, pero le faltó el pelo de un Wookiee. Se quejaba de que se habían gastado gran parte del presupuesto en la creación del sistema de control de movimiento (se invirtió casi un año y un presupuesto de 400.000\$) y esto había retrasado la entrega de los efectos acordados.

A tanto llegó la tensión que el jefe del equipo, John Dysktra, dejó la ILM poco antes de que finalizase el rodaje para formar su propia empresa de efectos especiales, Apogee (aunque luego no tuvo problemas a la hora de recoger el oscar que le acreditaba como los mejores efectos especiales de ese año aparte del oscar Científico y Tecnológico por la creación de su Dysktraflex)

Aproximadamente, el presupuesto para los efectos especiales dentro de *Star Wars IV* fue de 2,5 millones de \$ (calderilla comparado lo que se pudo gastar Disney en *El Renacer de la Fuerza*) de un total de 9,5 millones de dólares, más 2 millones para distribución y copias, lo que llevo a un coste total de 12 millones de dólares.



Imagen 40: Estreno de Star Wars en el Grauman's Chinese Theatre (1977)

La recaudación total y teniendo en cuenta que corría 1977, fue de unos 307 millones solo en EEUU. Si le sumamos las recaudaciones de todas las reposiciones y de la edición especial que se estrenó en 1997, el total recaudado asciende a la nada desdeñable cifra de 775 millones (y no se incluye las ventas de productos relacionados, que puede llegar a valorarse en miles de millones)

4.1.2 Necesidad de nuevos efectos

4.1.2.1 *Dykstraflex*

Uno de los principales problemas con lo que se encontró el equipo era como poder rodar las batallas espaciales con el aire a batallas aéreas de la WWII que Lucas quería. Teniendo en cuenta la cantidad de elementos que había que combinar en cada una de las tomas, necesitaban algo que les permitiera registrar siempre la misma perspectiva. Si esto no se conseguía, los objetos rodados, una vez pasado a la escena compuesta, podrían parpadear o incluso cruzarse y pasar a través de objetos (y entonces, se podrían haber visto naves atravesar la Estrella de la Muerte, algo impensable si no eres poseedor de la Fuerza).

Hasta entonces, el rodaje con modelos requería que la cámara estuviera fija y fueran los modelos a escalas los que se movieran hacia ella, normalmente colgados de un cable y con un movimiento limitado de lado a lado. A este tipo de tomas, le faltaba todo el dinamismo que quería Lucas para su batalla de Yavin.

La solución vino de la mano del responsable de Efectos Especiales de la ILM. De su cabeza salió uno de los diseños más importantes para el control de movimiento:

Dystraflex

John Dykstra, modificó una grúa de rodaje de 12 metros y la equipó con una vieja cámara VistaVision.

Al conjunto se les conectó un "anárquico" grupo de circuitos y una pequeña memoria RAM.



Imagen 41: Dykstraflex durante el rodaje

La idea es que, mediante un programa informático, se pudiera definir los movimientos de la grúa para repetirlo las veces que fuera necesario con objetos y fondos distintos.

Múltiples cables conectaban circuitos TTL (Transistor-Transistor Logic, los transistores realizan a la vez la función lógica y la de amplificación) y servomotores (dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de un rango de operación y mantenerse estable en dicha posición, permitiendo ser controlado tanto en velocidad como en posición), eran controlados digitalmente permitiendo 7 ejes de movimiento y ajustes en la cámara (giro, panorámica, inclinación, oscilación, movimientos oblicuos, trayectorias, enfoque del objetivo, control de los obturadores,...).

Dykstraflex utilizaba la velocidad de paso de los fotogramas en la cámara como tiempo base, pudiendo registrar los cambios de posición de la cámara con respecto al objeto para conseguir la frecuencia de 24 fotogramas por segundo. Los cambios de posición son vistos a través de la lente y son controlados por un joystick para movimientos de sus múltiples ejes o mediante un potenciómetro individual para movimientos de un solo eje.

Si el movimiento en un eje, o en varios, requiere de modificación, se reprograma ese eje de manera individual mientras que se deja intacto el resto. Una vez que se ha definido el movimiento de la cámara, se registra la secuencia completa en el ordenador y se ejecuta pudiendo cambiar el tiempo base operacional de fotogramas por segundo, y repetir el movimiento con total precisión y a la velocidad que se necesite para realizar la fotografía correcta.

Con el uso de los ordenadores se conseguía mayor precisión en los movimientos, un registro exhaustivo de los mismos y un proceso de rodaje libre de los errores humanos.

Pero ¿qué ordenador podía ofrecerles la potencia de trabajo que necesitaban? Ya en esta época empezaban a aparecer los ordenadores de 4ª generación con procesadores que empezaban a mostrar cierta potencia, tales como el Intel 4004 (y su evolución a los 8008 y 8080) o supercomputadores como el Cray-1. También empezaron a aparecer los primeros minicomputadores (precursores de los actuales ordenadores personales). Empresas como Digital Equipment Corporation (DEC), Data General o Primer Computer sacaron al mercado el LINC, PDP-8 o el VAX.



Imagen 42: PDP-11 dentro de las instalaciones de la EVL

Para esta aventura galáctica, se decantaron por el PDP-11/45.

El PDP-11/45 (Programmed Data Processor) era un ordenador fabricado por la empresa Digital Equipment Corp. en la década de 1970. Ocupaba prácticamente una habitación: media unos 2,5 metros de alto y 6 metros de largo y tenía aproximadamente la potencia de

un teléfono moderno (ni siquiera sería un Smartphone). Fue la primera minicomputadora en interconectar todos los elementos del sistema – procesador, memoria y periférico – a un único bus de comunicación, bidireccional y asíncrono.

Este dispositivo, llamado UNIBUS permitía a los dispositivos enviar, recibir o intercambiar datos sin necesidad de dar un paso intermedio por la memoria. Fue una de los primeros computadores donde corría el Unix, disponía de 8 registros de 16 bits, procesador de dos direcciones y 4 flags (ZNVC). La versión 11/45 podía

utilizar hasta 256kB de memoria de semiconductor en lugar de o añadiéndose a la memoria del core. Fue el primer modelo en soportar un FP-11 opcional como procesador de punto flotante, lo que establecería el formato para futuros modelos

4.1.2.2 Impresora óptica

Ya con el control de movimiento en marcha se tienen metros y metros de celuloide que solo guarda la actuación de un determinado objeto. Era el momento de unir todas las tomas en una sola y esperar que todo saliera bien.

El material que se había rodado con Dysktraflex era perfecto para las necesidades de Lucas, pero con el fin de combinar los muchos elementos separados generados por el Dykstraflex en una sola imagen, ILM iba a necesitar el abuelo de todas las impresoras ópticas.

Cuando George Lucas comenzó la planificación de *Star Wars* necesitaba una impresora capaz de duplicar imágenes múltiples veces sin que perdiesen calidad. Su equipo le convenció para comprar el equipamiento VistaVision (prácticamente regalado), incluyendo la impresora, de la Howard Anderson Optical Company, dentro del lote que la Paramount facilitaba.

No se sabe mucho sobre la Anderson Printer antes de que ILM la comprara a Paramount Picture en 1975 por 14.000\$. Se había utilizado para la composición de "*Los Diez Mandamientos*" y "*Con la muerte en los talones*", ambas en 1959. Luego quedó olvidada por el poco uso que se estaba dando al sistema VistaVision.

Las cámaras de VistaVision fueron desarrolladas por la Paramount en los 50 y nació como alternativa al 35mm panorámico. Se pretendía

conseguir negativos de un grano más fino filmando en una superficie más grande, de manera que, cuando se positivaran los negativos, las imágenes se verían muy claras en formato panorámico. Sin embargo debido a los costes y a otras ofertas que había en el mercado,

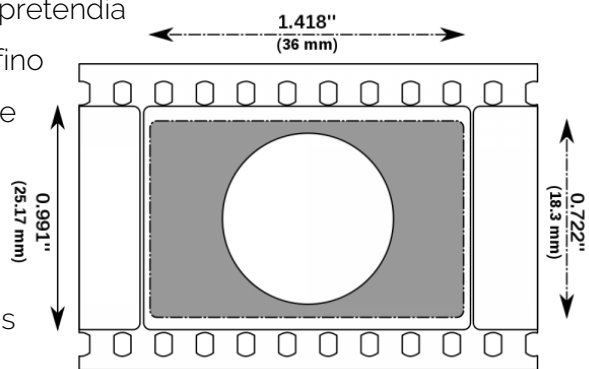


Imagen 43: Estructura VistaVision

(36 mm)

Paramount empezó a abandonarlo hasta que rodó su última película en 1961.

La distribución de la impresora era la siguiente: a la izquierda, iría un proyector aéreo, en el medio, el proyector principal y la cámara podía ser montada a la derecha. Cuando se tienen dos proyectores y una cámara, el primer proyector puede tener una máscara (matte) y estar operando con un objeto y el segundo proyectar una imagen aérea en el plano focal del primer proyector.

La pregunta ahora sería, ¿cómo se las apañaron para que, utilizando tecnología de los 60, pudieran recrear las batallas galácticas (y otros muchos efectos)?

- Lo primero, es tomar el elemento que queremos combinar, y rodarlo delante de un fondo azul con ayuda de Dysktraflex (se eligió en azul porque, aplicándole filtros de otros colores, se podía eliminar el fondo fácilmente).
- Una vez rodado (hablamos de segundos), es necesario sacar una máscara del objeto, es decir, se "rodea" el objeto para obtener los bordes contra un fondo negro. El azul se convierte en negro reimprimiendo la película a través de filtros luminosos.
- Los elementos que sobran (el soporte, el técnico,...) se eliminan poniendo una máscara sobre ellos (nada muy tecnológico, ya que se utilizaban cartulinas)
 - Lo más importante en este punto es obtener un borde lo más detallado posible del objeto porque de aquí tendrán que sacarse tanto la máscara en blanco como en negro.
- La primera máscara se obtendrá sobre fondo negro dejando un "hueco" donde se deberá insertar el objeto. Se obtendrán tantos fotogramas como tenga la película original, hasta conseguir un travelling mask.
- La segunda máscara consiste en el efecto contrario a la anterior, es decir, una película transparente menos en la zona donde irá el objeto, que será una representación en negro.

Ahora disponemos de 4 películas distintas: La película rodada sobre fondo azul con el objeto, el hueco transparente, el hueco en negro y por último, lo que se quiere ver en el fondo de la escena. Todas ellas tienen que ser montadas en la impresora óptica para que, una vez juntas, nos den una escena completa.

- Primero proyectamos en la impresora las dos máscaras que se han creado con la misión de sincronizarlas, es decir, que ambas coincidan al 100% para que luego, cuando se apliquen a las imágenes reales, la sincronización sea perfecta.
- Ahora, proyectamos las imágenes rodadas sobre el fondo azul, junto con la máscara con la forma transparente. Con esto conseguimos un rollo de película donde solo se vea el objeto.
- El siguiente paso, consiste en proyectar la imagen de fondo junto con la opción en la que el objeto es negro. De esta manera, tenemos el fondo con el hueco perfecto para la imagen rodada.
- Si todo ha salido bien, y todos los pasos anteriores han funcionado, ya solo queda proyectar el primer plano (foreground) junto con el fondo (background). Si todo se ha sincronizado correctamente y las máscaras no se han desviado, se tendrá una escena completa.

Como se puede ver este proceso es laborioso a la par que tedioso, pero lo peor de todo es que, en aquella época, para una batalla en la que tuvieran que intervenir 10 o 20 objetos, este proceso tenía que repetirse para cada uno de ellos.



Imagen 44: Fotograma batalla de Yavin

4.1.2.3 Rotoscopia

Otra variación de la composición es la rotoscopia, que resultó ser una técnica muy necesaria para uno de los elementos más característicos de la película.

Cuando comenzó el rodaje, la primera idea que se tuvo para implementar los sables laser fue crear su hoja con un material retro-reflectante, y aplicarle cierta luz desde detrás de la cámara. Este método no era muy efectivo de cara a asignar colores a los sables (no podían aplicarse dos filtros de luces distintas en la misma escena) y los actores no se terminaban de creer lo que estaban haciendo. Lejos de rendirse, el equipo optó por una técnica que tenía más años que muchos de ellos, la rotoscopia.

La rotoscopia es el proceso por el cual los animadores trazan/dibujan sobre escenas con actores reales fotograma a fotograma. Fue desarrollado por Max Fleischer, quien lo patentó en 1915. Originalmente fue diseñado para ayudar a los animadores tradicionales a otorgar de mayor realismo sus trabajos. Se ha usado en múltiples películas, quizás la más famosa por aquel entonces era *Blancanieves y los 7 enanitos* (1937). En los 40 ya se empezó a utilizarse como herramienta para los efectos especiales al apoyarse en la tecnología de las primeras impresoras ópticas.

Ahora, con la rotoscopia a mano, los actores usan "espadas" compuestas por una empuñadura pesada (Lucas quería que los sables tuvieran que usarse con dos manos, como si estuvieran empuñando Excalibur) y un tubo hecho de aluminio con el tamaño correspondiente a la hoja de la espada. Esta hoja se pintaba de rojo, verde o azul. Con esto se conseguía dos cosas: primero, que los actores pudieran interactuar como si realmente estuvieran armadas con un arma mortífera (aunque se rompieron más de una en los rodajes porque resultaban un poco frágiles) y, segundo, permitía al equipo de efectos especiales poder localizar en la escena la espada y posteriormente realizar los tratamientos necesarios.

Una vez que la escena ha sido rodada, se pasaba al departamento de efectos especiales para que allí, fotograma a fotograma, realizaran una máscara del sable (animation cell).



Imagen 45: Fotograma de Star Wars

El técnico traza los bordes del sable en esta celda y luego lo rellena con el color que tuviera ese sable laser (azul o verde para los Jedi, rojo para el lado Oscuro).

Al final de un largo día de trabajo, el técnico debía de tener tantos fotogramas enmascarados, como fotogramas en la película rodada. En estas mascararas solo se ve el sable laser, mientras que el resto, tendrá la escena con los actores.

Ahora empieza la tarea de la impresora óptica y la sobre exposición de la película. Cada celda es colocada sobre un fondo negro y que además se le aplica un difusor de luz sobre la lente para terminar de dar a los sables laser ese "brillo" en los bordes tan característico.

El último paso es hacer coincidir perfectamente (tarea delicada) este fondo negro, con la escena rodada por los actores. Si todo ha ido bien, ahora veríamos el duelo fratricida entre Obi-Wan y Darth Vader.

Por supuesto, todo este trabajo se ha simplificado mucho con la llegada de los ordenadores y software específico (motion tracking o onion-skinning software) para la rotoscopia (sería impensable este proceso manual en las batallas de "la venganza de los Sith"). Con todos los programas, herramientas y plug-ins que existen hacen el proceso mucho más sencillo: es importante seleccionar el fotograma que será usado como keyframe. Se puede seleccionar todos los fotogramas, pero es mucho más efectivo seleccionar alguno para que el programa interpole la forma de la máscara con el resto de fotogramas por revisar.

No podemos dejar pasar la oportunidad de destacar otro detalle, ya que si los sables laser son lo que son por su estética, no serían todo un icono si no fuera también por su sonido: Ben Burt (responsable también del sonido de los blaster, de la respiración de Darth Vader y de la voz de R2-D2) grabó el sonido de un proyector roto que había por el estudio mezclándolo con el zumbido que hacía un cable pelado de un micrófono al acercarlo a un tubo de imagen de un televisor. En la mesa de mezclas, combinó ambos sonidos y los sincronizó con los duelos.

4.1.2.4 Animación por ordenador

Tal vez no sea el efecto más llamativo, y posiblemente, apenas nos hayamos acordado de él, pero también se usó el ordenador para crear una pequeña secuencia de animación.

Larry Cuba, que trabajaba en el Laboratorio de Visualización electrónica (Electronic Visualization Lab, EVL) en la Universidad de Illinois fue el encargado de diseñar los planos de la Estrella de la Muerta y por los cuales "...muchos Bothan habían muerto para llevar esa información".

Cuba usó un lenguaje de desarrollo de gráficos vectorial llamado GRASS (GRAphics SYmbiosis System) diseñado por Tom DeFanti en Ohio State en 1974. El sistema que él usaba incorporaba un monitor Vector General CRT, un microordenador DEC PDP-11, junto con varias cámaras y registradoras.

GRASS era similar en sintaxis al BASIC, pero añadía unas cuantas instrucciones específicas para la animación en 2D, que incluían escalado, rotación, cambio de color, movimiento,.... Incluía también comandos para el dibujo de vectores, donde se podían organizar colecciones de ellos en jerarquías, aplicando diversos efectos de animación a "árboles" enteros de imágenes al mismo tiempo (almacenados en arrays)

El proceso que utilizaron fue el siguiente:

- Basándose en fotos de las maquetas que el equipo de ILM le suministraba, se registraba en el ordenador, gracias a un lápiz óptico, las formas que se tenían que replicar. Este proceso se llamó digitalización.
- Cuando se conseguían registrar estructuras completas, estas se almacenaban en el equipo, para posteriormente ir las combinando entre ellas y poder crear estructuras más grandes, hasta formar lo que se consideraba un bloque o unidad.
- A medida que el terminal almacena los vectores (y puntos) en la memoria interna, el sistema es capaz de realizar transformaciones básicas en tiempo real sin interactuar con el ordenador o el lenguaje. Es solo durante los momentos en los que se presenta un nuevo escenario cuando se produce una comunicación más lenta con el lenguaje GRASS.
- Con todas las unidades creadas, se exponen de manera consecutiva frente a una cámara para poder otorgarles movimiento. 2000 disparos después se consigue un metraje de 42 segundos que, ayudados por la técnica de

retroproyección (proyección de una imagen por la parte trasera de una pantalla translúcida que servirá de fondo a un motivo situado en la parte delantera), darán la sensación de ser una sesión informativa dentro del cuartel de la Alianza Rebelde.

El paquete de discos que fue necesario para almacenar estos diseños era del impresionante tamaño de 2,5 MB.

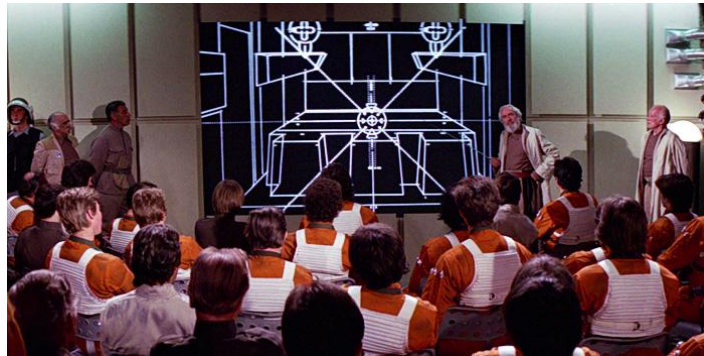


Imagen 46: Briefing de los pilotos antes de la batalla de Yavin

Se dice que se "estrujaba" tanto el Hardware del que disponían que tuvieron que reajustar el aire acondicionado de la sala, para que no explotase el equipo.

Como curiosidad, el modelo digital que se creó no coincide exactamente con la maqueta que finalmente vemos en la película. Esto se debió a que el equipo de ILM no la tenía terminada para cuando fueron necesarios los planos digitales.

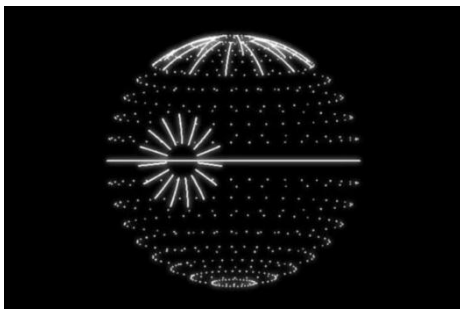


Imagen 47: Figura digital diseñada por Larry Cuba



Imagen 48: Maqueta creada por el equipo de ILM

Como se puede comprobar, en el plano digital, el superlaser se encuentra ubicado en medio de la estrella, mientras que en la maqueta, y por necesidades del diseño (y porque creían que quedaba mejor), finalmente quedó ubicada en el hemisferio norte de la estación.

Aunque aquí solo se muestra una de las primeras "wireframes" (red de alambres) para representar los entresijos de la Estrella de la muerte, ILM empezó a mostrar al mundo el potencial de las "cajas pensantes" en cuanto al diseño cinematográfico se refiere.

4.1.2.5 Otros trucos utilizados

No todo lo que se usó para crear el universo de Star Wars fue a base de innovación tecnológica. Se reutilizaron muchos efectos que ya tenían su solera. Aquí van algunos ejemplos.

Matte Painting

Esta es una técnica artística muy utilizada para la generación de escenarios. La técnica consiste en aplicar pintura (normalmente óleo) en cristal o una película de plexiglás para después iluminar la toma desde atrás, y montar la escena completa en la sala de composición.



Imagen 49: Matte painting del interior de la Estrella de la Muerte

Las zonas que se deseen más iluminadas se les aplican tonos más claros o menos pintura, mientras que las

más oscuras se saturan de pigmento para que no pase la luz. Si el escenario tiene focos o puntos de luz como estrellas, se dejan pequeños puntos sin pintura para que dejen pasar toda la luz.

Después, basta con rodar la escena respetando la misma perspectiva de la pintura, y montar el resultado en el estudio. Si el artista es especialmente habilidoso, el *matte painting* se funde perfectamente con la acción.

En la primera trilogía de Star Wars, la técnica del *matte painting* se llevó a la excelencia para elaborar escenarios que incluso hoy parecen tan reales que hay quien jura que se rodaron con decorados reales (como fueron parte de los bosques

de los Ewoks). Los cavernosos interiores de la estrella de la muerte o algunas de las escenas generales de Tatooine están rodadas mediante esta técnica.

Miniaturas

Las maquetas que se construyeron a una escala de 46 cm como norma general, aunque las hubo de diferentes escalas, llegando a construir una casi de tamaño real del Halcón Milenario. Esta era una medida pequeña en comparación con los estándares de la época, sin embargo este tamaño facilitaba el registro de los movimientos de la cámara y el movimiento de los propios objetos.



Imagen 50: Set de maquetas en ILM

Para mejorar las maquetas se usó una técnica llamada Kit-bashing. Esta técnica consistía en que un nuevo modelo a escala era construido con piezas de kits comerciales. Los kits comerciales proporcionan gran número de elementos idénticos que son producidos en serie y que pueden utilizarse para completar, con detalles no existentes, maquetas personalizadas.

Envejecían piezas de las carcasas de las maquetas y la pegaban a partes mientras se realizaba el montaje. Las maquetas luego se montaban siguiendo los patrones, pero la textura exterior quedaría como una estructura orgánica con "reparaciones" de otras naves. Muchos de los modelos de las naves espaciales tenían incorporadas piezas de kits de tanques, lanchas e incluso, coches.

4.1.2.6 Otras curiosidades

- George Lucas no las tenía todas consigo en cuanto a la respuesta del público con respecto a su película. De hecho, estaba convencido que en diciembre, cuando se estrenase *Encuentros en la 3ª fase*, esta iba a ser un éxito

apabullante. Tal era su convencimiento que tanto Spielberg como él intercambiaron un 2.5% del porcentaje de taquilla,... Spielberg todavía sigue cobrando.

- Sir Alec Guinness consideraba que Star Wars era una "mera basura de cuento de hadas". A pesar de ello, negoció un acuerdo para obtener el 2% de la ganancia bruta de la taquilla por las películas en las que apareció (y aparece en las 3), lo que le pudo reportar 95 millones de dólares de ganancia.
- El actor que inicialmente iba a interpretar a Han Solo era Tom Selleck, pero su avezado representante le recomendó que no cogiera el papel ya que no sería bueno para su carrera (habría que ver si después de esto, siguió trabajando con él)
- Los sonidos dentro de Star Wars son algo muy característico:
 - El sonido de los motores de TIE fighters es el de un elefante mezclado con el sonido de un coche conduciéndose sobre suelo mojado
 - Los blaster (o pistolas laser) se consiguieron golpeando cables de alta tensión (el trabajo de técnico de sonido era muy peligroso en aquellos días)
 - Pero el sonido tal vez más identificable y que es capaz de presentar a un personaje antes incluso de que lo veas, es la respiración de Darth Vader. Para darle ese toque más máquina que humano, se usó un respirador de un equipo de buceo y a varios técnicos haciendo respiraciones de distintos tipos a través de él.

Ahora que ya conocemos los secretos de una galaxia muy, muy lejana, debemos de seguir viajando por otros mundos, en este caso, iremos al mundo digital de *Tron*.

¡Que la fuerza nos acompañe!

4.2 TRON

“Las computadoras empezarán a pensar y las personas dejarán de hacerlo”

-- Tron, 1982


 <p>A world inside the computer where man has never been. Never before now.</p> <p>TRON</p> <p>TRON: A LISBERGER-KUSHNER PRODUCTION STARRING JEFF BRIDGES BRUCE BOXLEITNER DAVID WARNER CINDY MORGAN BARNARD HUGHES EXECUTIVE PRODUCERS RON MILLER AND LINDY CARLOS PRODUCED BY STEVEN LISBERGER AND BONNIE MCGIBBO SCREENPLAY BY STEVEN LISBERGER DIRECTED BY DONALD KUSHNER WALT DISNEY PRODUCTIONS A DIVISION OF BUENA VISTA PICTURES © 1982 WALT DISNEY PICTURES</p>	<p>Título Original: Tron Fecha de estreno: 9 de Julio de 1982 Director: Steven Lisberger Duración: 126 minutos Guion: Steven Lisberger Presupuesto: 17.000.000\$ (aproximado)</p> <p>Reparto: Jeff Bridges (Kevin Flynn/Clu), Bruce Boxleitner (Alan Bradley/Tron), David Warner (Ed Dillinger/Sark/Master Control Program), Cindy Morgan (Lora/Yori), Barnard Hughes (Walter Gibbs/Dumont)</p> <p>Sinopsis: En un intento por desmantelar el imperio de Ed Dillinger, Flynn se adentrará en un mundo cibernético, se enfrentará a múltiples pruebas, todas ellas orquestadas por un programa corrupto y sus secuaces.</p>
---	--

Imagen 51: Cartel original de Tron (1982)

4.2.1 Un poquito de historia

Steven Lisberger llevaba ya desde los 70 haciendo cine de animación a través de su propio estudio, Lisberger Films, donde creaba animaciones de manera regular para las cadenas ABC y PBS. Pero como todo estudio de animación, estaba buscando su propio Micky Mouse. Lo encontró durante una quedada familiar sobreviviendo a una maratón de Pong (un juego de las primeras consolas creado por Atari y basado en el concepto del tenis de mesa). Acababa de llegarle la inspiración para una película moderna de gladiadores basados en los videojuegos.

Por aquel entonces, Lisberger Films tenía previsto realizar la película sin apoyo de los grandes estudios. Acababan de terminar *Animalympics* (película animada con animales atletas) que iba a proyectarse durante segmentos deportivos durante las Olimpiadas de 1980, que se iban a celebrar en Moscú. Pero EEUU boicoteo estas olimpiadas, debido a la invasión de Afganistán por parte de la URSS, con lo que no hubo representación americana en ninguna de las pruebas y, por tanto, sin apenas repercusión mediática. Esto hizo que el proyecto de *Animalympics* se descolgara y ya no se contaba con la financiación suficiente para emprender ellos solos la película.

Con el proyecto ya comenzado (ya tenían avanzado el storyboard, los diseños, presupuestos,...), se vieron obligados a presentar la idea a distintos estudios (Warner Brothers, MGM y Columbia), todos ellos la desecharon hasta que cayó en manos de Disney.

Disney, a través de su jefe de producción Tom Wilhite, quería un proyecto que enganchase con la generación de *Star Wars* y acordó financiar primero una demostración para ver como quedarían los efectos especiales y dependiendo del resultado, se plantearían la producción de la película. De esta manera, Lisberger y compañía prepararon la pelea con los discos de luz. Desde el estudio, se aprobó un presupuesto escaso y no se les aportó ningún apoyo técnico.

Tuvieron que tomar prestados los trajes de la película *The Black Hole* (1979) (con alguna mejora aportada por unos uniformes de hockey) y con la ayuda del experto local en frisbee Sam Schatz, montaron 2 minutos de



Imagen 52: Fotograma de Tron

metraje. Con algún CGI añadido, los resultados fueron los suficientemente buenos como para que Disney diera el visto bueno al presupuesto completo, dando la oportunidad de comenzar el rodaje de Tron.

Dentro de la casa, los animadores tradicionales los miraban con caras raras y recelosas, al fin y al cabo eran personal externo a la casa y que además pretendían

crear sus animaciones con ordenadores, algo casi sacrilego dentro del hogar de la animación por antonomasia. ¡Qué opinaría Walt Disney si levantase la cabeza!.

Por aquel entonces, y estamos hablando de principios de los 80, los ordenadores eran todavía un misterio para la mayoría de la gente. En particular, los gráficos por computados (CGI) no eran conocidos fuera del ámbito de la universidad o del campo de la investigación.

Sin embargo, se decidió apostar por una película centrada en los entresijos de estos aparatos, diseñando una historia que se despliega dentro del mainframe de un ordenador, con muchos personajes asumiendo la identidad de los componentes: usuarios, programas, RAM,... por nombrar algunos.

Por aquel entonces, no existía una tecnología que permitiese integrar, en postproducción, las imágenes digitales con la acción real con lo que, durante el rodaje, las tomas trucadas se tuvieron que intercalar con las tomas de actores reales. Y no hay que olvidar que prácticamente los programas de diseño estaban en pañales y tuvo que desarrollarse todo el software necesario para cubrir las necesidades argumentales que tenía la película. En la creación de los efectos, se invirtió casi nueve meses, y como siempre, con unos plazos ajustadísimos. Debido a la multitud de efectos especiales, se decidió rodar la película en 65mm Súper Panavisión (excepto para las capas de gráficos por ordenador, que fueron rodadas en VistaVision y posteriormente pasadas a 65mm)

Para la parte más tradicional de los efectos, Moebius (Jean Giraud) se encargó de la creación del vestuario (y que más tarde sería nominado a los Oscar), que también fue coloreado por medio de técnicas clásicas como la rotoscopia y con la ayuda de un procedimiento informático.

Para perfilar los vehículos del mundo futurista, se contó con Syd Mead, el diseñador industrial que había ideado el mundo futurista de *Blade Runner*. Él trabajaba en el concepto y remitía el storyboard a los equipos de ingenieros para que estos se las ingeniaran para poder animarlos en sus pequeñas cajas mágicas.

Cuando ya se estaba montando la película, Disney pensó que tenía entre manos un nuevo pelotazo como lo fue Star Wars, y estaba bien necesitado de ellos ya que el estudio llevaba una racha en la que las taquillas no respondían a su llamada (desde la muerte de Walt Disney 18 años antes, todavía andaban con el rumbo un poco perdido). Se estrenó el 8 de Julio de 1982 en más de 1000 cines perdida entre un mar de blockbuster veraniegos como *ET*, *Star Trek: la ira de Khan*, *Porky's* o *Poltergeist*, y solo fue capaz de recaudar algo más de 4 millones durante su primer fin de semana, llegando a un total ligeramente superior a 26 millones en EEUU y a unos 33 en todo el mundo. Al menos, consiguió alzarse con dos nominaciones a los Oscar: Diseño de vestuario y sonido. Lo curioso fue que no fueron nominados a los mejores efectos especiales ya que consideraron que el uso de los ordenadores para la animación digital era hacer trampas (sería interesante conocer la posición actual de estos visionarios académicos teniendo en cuenta el rumbo que ha tomado la industria del cine).

Hoy en día, *Tron* se ha convertido en una película de culto para casi todos los que, por aquel entonces, eran chavales que llenaban los recreativos de medio mundo. Lamentablemente, los adultos de la época, los que llevaban el dinero a las taquillas parecían no entender el concepto de la película, siendo esta la principal razón por la que parece que la película no fue el éxito esperado.

Hay que destacar que *Tron* no fue la primera película en usar gráficos por ordenador (ya mencionamos la escena de la trinchera en *Star Wars*, por ejemplo), pero sí fue la primera en hacer un mayor uso de la **animación por ordenador** (casi 15 minutos) así como la capacidad de retocar más de 200 planos.

4.2.2 El equipo

En aquella época, el método de trabajo de Disney era realizar los efectos de sus películas dentro de la propia casa pero, ahora, se encontraba con que no disponía ni de las instalaciones, ni la tecnología ni los conocimientos necesarios para emprender el proyecto. Aparte del equipo de Lisberger y Disney, tuvieron que implicarse muchas empresas recién formadas que ya habían empezado a hacer sus pinitos en el uso de los ordenadores:

Mathematical Application Group (MAGI) se fundó en 1966 por el Dr Philip Mittelman y tenía su sede en Elmsford, Nueva York.



INFORMATION INTERNATIONAL®

Information International INC. (Triple-I) fue fundada por Edward Fredkin en 1962 y su sede central se encuentra en Culvert City, California.

Robert Abel And Associates (RA&A) fue fundada por Robert Abel y ya había coqueteado con la animación digital en Star Trek, película de 1978



Digital Effects abrió su puertas en Nueva York en 1978 (siendo la más joven de todas) y fue formada por un grupo de estudiantes de la universidad de Siracusa.

Digital Effects, Inc.

New York

Entre ellas no se estableció ningún tipo de colaboración, cada una tenía una tarea encomendada y unos elementos que diseñar y retocar. Esto dio a la película una sutil mezcla de estilos en los efectos digitales.

4.2.2.1 MAGI

Los comienzos de la Mathematical Application Group Inc (MAGI) no estaban relacionados, ni por asomo, con el mundo del cine. En su fundación, allá por 1966, trabajaban para el gobierno norteamericano en un proyecto denominado "transporte de radiación nuclear". Calculaba la radiación emitida por un reactor nuclear y el nivel de radiación al que se exponía la gente a través de modelado en 3D y el seguimiento de la radiación a través del material.

Ya en los años 70 ampliaron negocio pasándose al mundo de la publicidad y, gracias al software de creación propia llamado Synthavision, estrenaron sus primeros anuncios en televisión.

Synthavision se desarrolló en 1972 y fue uno de los primeros sistemas en implementar el trazado de líneas (ray-tracing) para la creación de imágenes. El software es un sistema de geometría de construcción sólida (Constructive Solid Geometry o CSG), donde la geometría está formada por primitivas sólidas (cubos, conos o esferas) con operadores combinacionales (como uniones booleanas, intersecciones y diferencias). El método de modelado de Synthavision no usa polígonos o diseño de mallas (wireframe) que son usados por la mayoría de las compañías hoy en día. La combinación de modelado de sólidos y trazado de líneas lo convirtió en un sistema muy robusto que podía generar imágenes de alta calidad.

Como Synthavision era facilitaba la animación y podía crear acción y movimientos fluidos, a MAGI se le asignaron el mayor número de escenas de acción, centrándose en la creación de la carrera de light cycle, los Reconocedores y el tanque de Clu.



Imagen 53: Light Cycle

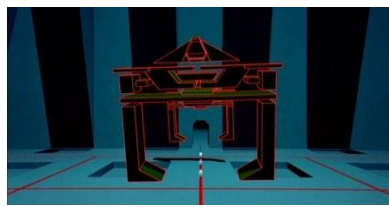


Imagen 54: Reconocedores

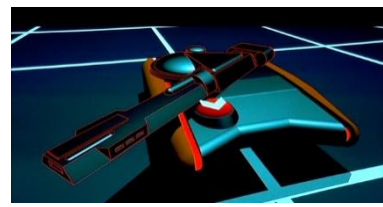


Imagen 55: Tanque de Clu

Todo el objeto era construido alrededor de un único punto central. Para animar el objeto, solo se necesitaba mover ese punto central, y el objeto (con todas las primitivas asociadas) se movía con él. Para poder moverlos era necesario introducir de manera manual las coordenadas donde debía de encontrarse teniendo en cuenta que es una película y debía de percibirse la sensación de continuidad. Se calcula que, aproximadamente para 4 segundos de animación, se necesitaban registrar hasta 600 coordenadas.

Se les asignó un presupuesto de 1.2 millones de \$ para financiar al equipo y reforzarlo con más personal para poder cumplir con los plazos fijados (tuvieron que

sacar a algunos miembros del equipo que se encontraban dentro de otros proyectos gubernamentales).

Además, MAGI consiguió acelerar el proceso de entrega estableciendo una conexión transcontinental entre Nueva York y la sede de Disney en Burbank, Los Ángeles (algo menos de 4000km en línea recta). Antes de que cada una de las escenas fuera terminada por el equipo de MAGI en Elmsford, Nueva York, era previsualizada desde un ordenador en Disney a través de uno de los primeros modelos de modem. Disney notificaba cualquier modificación o corrección necesaria y podía realizarse el cambio prácticamente al instante. Antes, la única manera de poder previsualizarlo era rodarlo, enviarlo físicamente a Burbank, establecer las correcciones, devolverlo a Elmsford y así, en un continuo pinponeo hasta que la escena quedará finalmente terminada.

Cuando por fin se da el visto bueno a la escena, se colocaba el disco magnético sobre el que se había estado trabajando en un ordenador cuya misión era la de realizar la versión en color y alta resolución (proceso que podía durar unas pocas horas, lo que ahora podría considerarse como un renderizado): a este proceso se le llamaba "computing the scene". Esta escena era pasada a cinta y almacenada, y el disco magnético borrado para ser reutilizado. Eventualmente, esa cinta se introduce en una maquina que transferirá la imagen a una película cinematográfica de alta resolución y a color, con formato VistaVision. La resolución se expresaba en líneas y en el proyecto de Tron se estaba trabajando con 200 líneas (la más alta usada hasta el momento).



Imagen 56: Perkin Elmer 3240

MAGI operaba con un Perkin Elmer 3240 para realizar los cálculos de cada una de las imágenes que generaba. El sistema funcionaba con 2Mb de RAM y dos discos de 80Mb, que se comunicaba con un Celco DFR 4000, que era usado para generar las

imágenes en un monitor. La DFR 4000 tenía una resolución nítida y libre de ruidos de 4000 líneas y 7500 píxeles sobre un diámetro útil.

Esto puso un límite en cuando al detalle que se podía conseguir para los fondos. A cierta distancia, tenían un procedimiento de mezclar en negro para difuminar las cosas, un proceso llamado "depth cueing". El lema del equipo era "When in doubt, black it out!" o lo que es lo mismo "En caso de duda, ennégrécelo!"

4.2.2.2 TRIPLE-I

Triple-I o Information International Inc se creó en 1962 por Edward Fredkin en Maynard, Massachusetts para moverse posteriormente a Culver City, Los Ángeles.

Comercializaba CRT (tecnología de rayos catódicos) de alta precisión, capaces de grabar en película (durante un tiempo fueron considerados el estándar para la aplicaciones de paso de digital a película). La compañía también fabricó escáneres de película usando cámaras especiales equipadas con tubos fotomultiplicadores como el sensor de imagen, para digitalizar películas existentes y documentos en papel.

A Triple-I se le encargó la creación de Máster Control Program, el Solair Sailor y Sark's Carrier.



Imagen 57: Master Control Program

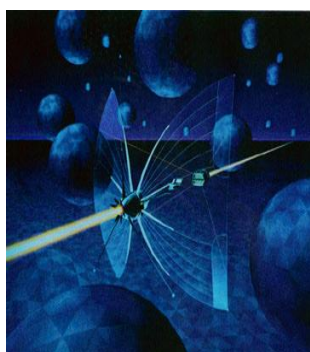


Imagen 58: Solar Sailor

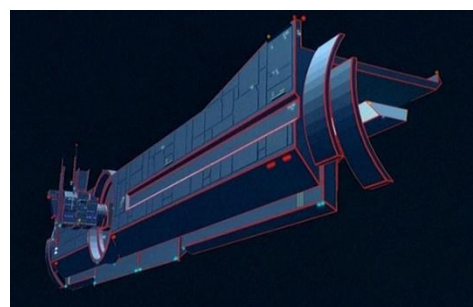


Imagen 59: Sark's Carrier

Para poder emprender tamaña empresa, Triple-I financió la construcción del Súper Foonly F-1: ordenador auxiliar de alta velocidad, 36 bits con 512 bytes de memoria disponible. Era 10 veces más rápido que un PDP-10.



Imagen 60: PDP-10

Ya con el Hardware, se desarrolló toda una batería de software para poder sacarle partido a toda esa potencia conseguida:

- Kim Blinn, Frank Crow y otros desarrolladores crearon el programa de renderizado TRANEW para el Foonly.
- Craig Reynolds creó el Actor/Scriptor Animation System (ASAS), un lenguaje de programación procedimental basado en LISP, que más tarde integró en su Digital Scene Simulation System.
- Larry Malone desarrolló software de modelado en 3D para los Tektronix 4014.
- Tim McMahon desarrolló un mapeado de memoria de miles de líneas RGB en formato framebuffer (representación de cada uno de los píxeles de la pantalla como ubicaciones en la memoria de acceso aleatorio).

Las imágenes generadas por el Foonly eran registradas en un grabador PRF fabricado por la compañía, y los programadores usaban una tableta de codificación de 40x60 pulgadas para trazar las líneas vectoriales de las distintas imágenes.

El método de diseño de Triple-I se basaba en un método de gráficos vectoriales para la creación de objetos. Todos los objetos eran construidos montando una estructura de polígonos, en lugar de crear un objeto sólido usando geometrías sólidas. Se definían los puntos de la superficie y luego conectaban esos puntos en una serie de polígonos. Los programas utilizados suavizarían, colorearían y formarían la superficie. Este método era más adecuado para las formas orgánicas complejas, por eso fue el método utilizado para la creación del MCP o los Solar Sailor. Todas

estas definiciones generaban mayor información que había que almacenar en mayores bases de datos (que tendrían que caber en los discos de 80Mb).

Triple I diseñó un sistema en 4 fases:

1. La primera fase era el diseño basándose en los story boards que recibían desde Disney.
2. La segunda fase tenía como objetivo la entrada de datos que podía ser realizada de 3 maneras distintas:
 - a. la principal consistía en introducirlos de manera manual donde un desarrollador generaba dos vistas ortogonales de la escena, después usaban 3 cursores para codificar puntos en un espacio tridimensional.
 - b. Un segundo método, usado para formas geométricas bien definidas, es a través de algoritmos o descripciones matemáticas.
 - c. La tercera técnica es el escaneo de imágenes, que es utilizado para añadir texturas a las formas tridimensionales.
3. Una vez que todos los datos que describen una escena han sido introducidos en un ordenador, Triple I usa su lenguaje propietario **Director Language** para seguir definiendo la imagen. Tamaño, color, orientación, iluminación y texturas pueden ser fácilmente manipulables con este lenguaje interactivo. Todas las características de una escena que un estudio puede tener en el set de rodaje, Triple I lo tiene accesible gracias a este lenguaje.
4. La última etapa del proceso de simulación es el rodaje, la cual utilizaba una cámara de alta resolución con escaneo de imagen en conjunción con una grabadora de gráficos de precisión.

4.2.2.3 DIGITAL EFFECTS

Digital Effects empezó haciendo logos para televisión y animaciones para las pantallas de Times Square. Empezaron con un Tectronics 4013 y una conexión de modem por marcado con un Amdahl V6 en Bethesda, Maryland. Sus máquinas eran capaces de trabajar sobre un polígono por segundo.

Fueron los encargados de crear a Bit, primer personaje de la historia en ser completamente digital.

Bit es un pequeño objeto geométrico que acompaña, cual Campanilla, al protagonista durante su viaje por los circuitos. Dependiendo de su humor, cambia de forma y color (más puntiagudo y rojo si está enfadado, más suave y azul si está tranquilo)

Cuatro Hewlett-Packard 9826 fueron necesarios para calcular el control de exposición durante el proceso óptico que otorgaba a Tron ese aspecto tan eléctrico. Un Cinetron 1100B se utilizaba para los movimientos de cámara sobre las grúas.



Imagen 61: Fotograma con Flynn y Bit

4.2.2.4 ROBERT ABEL & ASOCIATES

Fueron los encargados de realizar la escena en la que Flynn es pixelado e introducido en el ordenador así como muchas de las transiciones y la animación del título inicial.



Imagen 62: Fotograma de Tron

Los vectores fueron creados usando varias máquinas de vectores Evan&Sutherland Picture System sobre un ordenador PDP-11/60 con 2Mb de memoria y un disco de no más de 330Mb. Su principal uso era como herramienta colaborativa entre los distintos diseñadores. Lo utilizaban para crear y previsualizar los movimientos coreografiados del control de cámaras. Tenían su propio software de control de movimientos llamado Camcon que podía simular e interactuar con cualquier tipo de

cámara. Con ello podían generar la simulación de cómo quedarían las tomas finales con cualquier cámara con la que se trabajase en una composición óptica.

Además, construyeron una cámara controlada por ordenador de 35mm que interactuaba con el Picture System y registraba las imágenes que se generaban en las pantallas del ordenador.

4.2.3 Otros efectos utilizados

4.2.3.1 *Backlight Animation*

Uno de los elementos más característicos de la película, aparte de las naves, son los trajes electrónicos que llevan los programas y que, aunque lo parezca, no estaban forrados de luces led. Para poder dar ese aire de circuitos al mundo tecnológico, los técnicos tuvieron que hacer uso de una técnica que estuvo muy de moda en los años 70 (tal vez por el aire psicodélico que podía otorgar a las cosas), la **Backlight Animation**.

En este proceso, las escenas reales dentro del mundo digital fueron filmadas en blanco y negro sobre el decorado en negro, luego eran impresas en formato Kodalith (película de alto contraste) y se creaban mascarar oscuras donde quedaba al descubierto distintas aéreas por donde se filtrará la luz de manera que se crea un efecto de luces vibrantes sobre fondos oscuros. El proceso, al requerir el manejo fotograma a fotograma, resultó ser lento y laborioso.

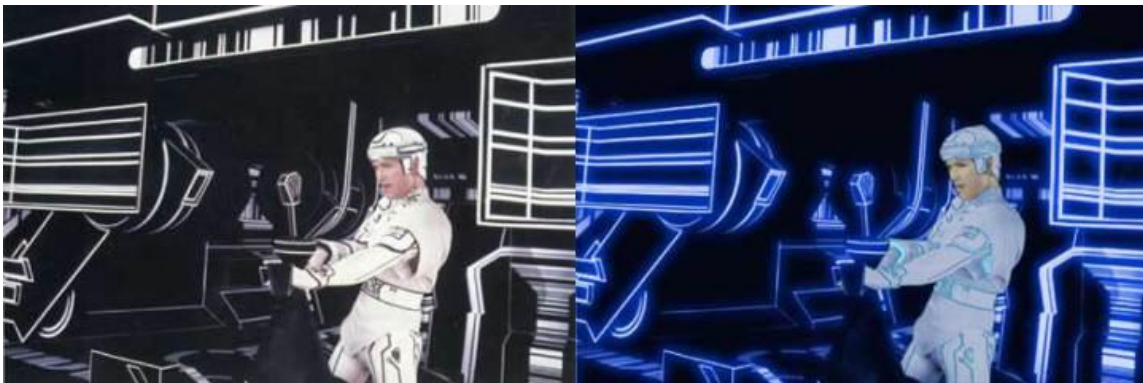


Imagen 63: Toma del rodaje y editada con Backlight Animation

El Kodalith se producía especialmente en grandes láminas por Kodak para esta película y llegaban al set de rodaje en cajas numeradas de manera que cada lote de película podía ser usado en el mismo orden en que se fabricaban para conseguir una imagen más consistente. Sin embargo, el equipo no debió de entender bien el concepto dando como resultado que algunos de los bordes brillantes y alguno de los circuitos parpadeara de vez en cuando en el momento en el que se registraba algún cambio de velocidad en los diferentes paquetes. Una vez detectado el problema, se siguieron las instrucciones y, cuando se registraba el problema del parpadeo, se añadía sonidos característicos a fallos informáticos. Debido a la dificultad y el coste de este proceso, no volvió a utilizarse en otros rodajes.

4.2.3.2 *Perlin Noise*

Perlin Noise es un tipo de sonido gradiente usado por los artistas de efectos especiales para aumentar la apariencia de realismo en los gráficos por computador. La función tiene una apariencia pseudo-aleatoria lo que permite que elementos como el fuego, el humo o las nubes parezcan más naturales, imitando la esencia aleatoria de las texturas que se encuentran en la naturaleza.

En el caso concreto de Tron, este algoritmo se utilizó para la generación de texturas de procedimiento para los efectos generados por computadora cuando la memoria era tan limitada.

Múltiples capas del Perlin Noise pueden ser insertadas en expresiones matemáticas para crear una gran variedad de texturas procedimentales.

Este procedimiento fue diseñado por Ken Perlin en 1982, aunque no fue hasta 1997 cuando la industria del cine le reconoció el mérito con un Óscar técnico.

4.2.3.3 *Matte Painting*

Como ya sucediera con *Star Wars*, el matte painting ayudó enormemente en la creación de los escenarios, todos ellos inexistentes, y que además, y a abaratar los costes de la película puesto que no tenían necesidad de crear nuevos escenarios.



Imagen 64: Matte painting de una escena de Tron

4.2.4 Otras curiosidades

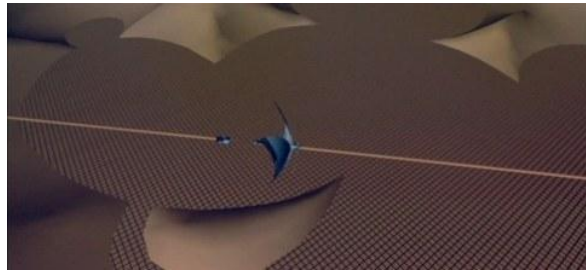
- Tron recibe su nombre de un comando en BASIC. La orden Tron activa el modo de seguimiento de variables (trace) para ir escribiendo en pantalla la línea de código que ha ejecutado cada acción, lo que permite al programador visualizar lo que ocurre en el sistema. Aunque el director dejó claro en algunas entrevistas que eligió el nombre porque le parecía "electrónico" ya que no conocía los comandos de BASIC.
- Resulta curioso que, pese al llamado "fracaso" en taquilla, el video juego derivado de la película, consiguió recaudar mucho más dinero que la película.
- Por causa de un error en la producción y a la emulsión de la película, había interferencias en forma de flashes que destellaban en distintos momentos de la película. Para disimularlas, se incluyeron efectos sonoros, consiguiendo que las interferencias formaran parte del mundo virtual.
- Existen referencias a Disney y al mundo de los videojuegos dentro de la película:

- Cuando Flynn escapa del juego de las light cycle, puede escucharse el sonido clásico del juego de Pac-man. Aquí puede verse un Pac-man dentro del mapa que hay frente a Sark.



Esta imagen solo puede verse en la versión de DVD ya que no era visible en la copia original.

- Durante el viaje en el solar sailor, puede verse la silueta de Mickey en el terreno sobre el que pasa la nave (¿un guiño al socio monetario del proyecto?)



4.3 Jurassic Park

*“¿Y cómo saben que todos los dinosaurios son hembras?
¿Sale alguien ahí fuera y, eh, les levanta la falda?”*

-- Parque Jurásico, 1993

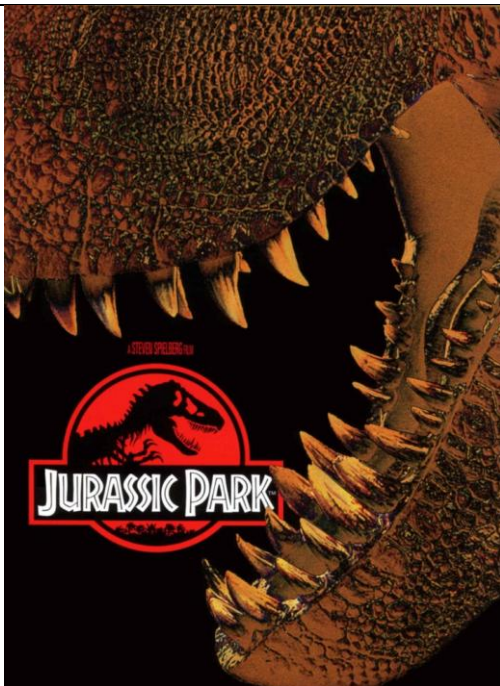


Imagen 65: Cartel original de Jurassic Park (1993)

Título Original: Jurassic Park
Fecha de estreno: 11 de Junio de 1993
Director: Steven Spielberg
Duración: 127 minutos
Guion: Michael Crichton
Presupuesto: 63.000.000\$ (aproximado)

Reparto: Sam Neil (Grant), Laura Dern (Ellie), Jeff Goldblum (Malcom), Richard Attenborough (Hammond), Joseph Mazello (Tim), Ariana Richards (Lex)

Sinopsis: Un excéntrico millonario necesita el visto bueno de un grupo de expertos para su nuevo parque temático. Sin embargo, un cumulo de circunstancias hace que la estancia en Jurassic Park no sea tan idílica como todos piensan y tendrán que correr por sus vidas si no quieren ser comida para las atracciones.

4.3.1 Un poquito de historia

Nos encontramos en 1990. Por aquel entonces, Irak invade Kuwait, Nelson Mandela es liberado, EEUU pone en órbita el telescopio Hubble y Michael Crichton publica en todo el mundo Parque Jurásico (Jurassic Park).

Pero nuestra aventura realmente empieza un año antes. En 1989, un maduro Steven Spielberg y el novelista Michael Crichton están colaborando para llevar al cine las experiencias de este último en los servicio de urgencia del Hospital General de Boston. Durante esta colaboración, Crichton le comenta a Spielberg que ha estado trabajando en un libro sobre la posibilidad de revivir a los dinosaurios y volver a poblar la tierra con estas temibles criaturas. Spielberg no necesitó más, aparcaron el proyecto de Urgencias (que 4 años más tarde se convertiría en la serie de televisión

ER y que estaría en antena durante 15 temporadas) y se fue a hablar con sus jefes de la Universal.

Spielberg, que tiene muy buen ojo para este tipo de proyectos (no en balde venía de encadenar éxitos desde 1975 con *Tiburón* pasando por *ET*, la saga de Indiana Jones, *El color Púrpura*, *El Imperio del Sol*,...) no tuvo demasiados problemas para convencerles de que adquirieran los derechos de la novela porque podría ser todo un éxito en pantalla.

En este punto, Michael Crichton se mostró inflexible, el precio de venta sería de 1,5 millones de dólares, no negociables, y otros 500.000\$ para encargarse de perfilar el guion de la película. Otros estudios compitieron por la historia (Warner Bros con Tim Burton como director, Columbia Pictures con Richard Donner y 20th Century Fox y Joe Dante) pero ya fuera por la amistad que unía a guionista y director o porque la oferta final fue mejor, finalmente Universal se llevó el dinosaurio al agua.

Todo esto pasaba en 1989, un año antes de que el libro estuviera disponible en las librerías, con lo que todo el proceso de preproducción de la película se hizo con el manuscrito del propio escritor!

Por supuesto, el director ideal para este proyecto era el propio Steven Spielberg pero éste estaba en proceso de preparación de uno de sus proyectos más personales, *La lista de Schindler*, y Universal acordó con él dar luz verde al proyecto sobre la Segunda Guerra Mundial siempre y cuando, Spielberg dirigiera antes Jurassic Park. Spielberg no puso muchos problemas, en el fondo, es un enamorado de los dinosaurios y quería que La Lista de Schindler fuera su legado cinematográfico, así que, se puso manos a la obra.

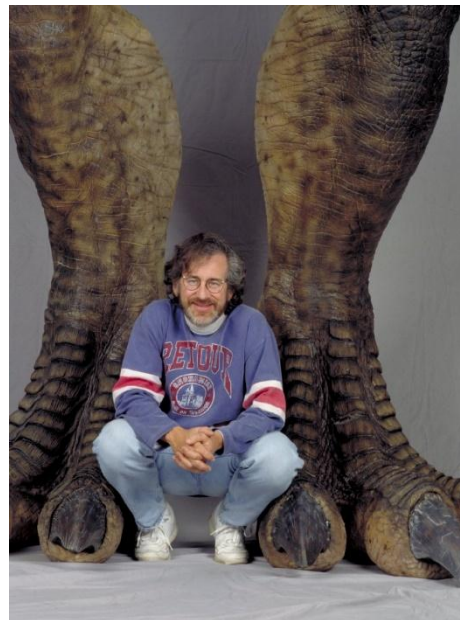


Imagen 66: Foto promocional de Steven Spielberg

Había empezado la carrera de revivir a los dinosaurios, una carrera que ya duraba 65 millones de años!!

El proceso de preproducción se prolongó durante casi 18 meses y el rodaje comenzó el 24 de agosto de 1992 en la isla hawaiana de Kaua'i que representaría los exteriores de Isla Nublar. El 11 de Septiembre, uno de los mayores huracanes que han azotado las islas, el huracán Iniki, destruyó parte de los decorados además de retrasar el rodaje. Pero no fue todo en balde ya que algunas cámaras rodaron los efectos del huracán, y este metraje se utilizó para dar mayor credibilidad a la tormenta que azota isla Nublar durante la película.

Tras finalizar el rodaje en el paradisíaco archipiélago de Hawái, pasaron a un entorno más controlado y marcharon a la soleada California, donde rodaron los interiores y las escenas en el desierto.

Spielberg estuvo acompañado de un equipo de famosos paleontólogos como Jack Horner o Robert T. Bakker que actuaron como consultores del director en todo lo tocante a los dinosaurios. Sin embargo, Spielberg siempre se tomaba alguna licencia dramática para ajustar el consejo de los especialistas a las necesidades de la película: según los estudios, el T-Rex nunca fue tan rápido como para perseguir a un Jeep, ni los velociraptors eran tan altos como un humano.

Y aquí es donde llegamos al verdadero meollo de la película: ¿cómo se puede traer a la vida unos seres que llevaban desaparecidos tantos millones de años? La principal premisa que tenían era que no querían revivir a unos monstruos, debían verse como animales gigantes y con el comportamiento propio de un animal, ya fuera carnívoro o herbívoro.

Spielberg y su equipo finalizaron el rodaje el 30 de noviembre, 12 días por delante de la fecha planificada, pero rápidamente tuvo que cambiar el chip y concentrarse en el rodaje de su siguiente película, La lista de Schindler, la cual comenzaba a rodarse en marzo de 1993. Con lo apretado del calendario de su nuevo proyecto y al complicado proceso de post-producción que requería Jurassic Park, tuvo que delegar algunas de las responsabilidades en su amigo George Lucas, el cual recibe un agradecimiento especial en los títulos de crédito finales.

La película se estrenó el viernes 11 de junio de 1993, rompiendo los records de recaudación para el primer fin de semana, con 47 millones. Al final, consiguió superar los 900 en todo el mundo.



Imagen 67: Muestra del merchandising

Se convirtió en todo un fenómeno, no solo por la calidad de la película en sí, sino por toda la campaña de merchandising que la acompañó. Tal vez sea una de las películas con una de las campañas publicitarias más exigentes que se ha hecho, costó aproximadamente 65 millones de

dólares, incluyendo acuerdos de licencias con 100 compañías para comercializar más de 1000 productos. Esto incluía muñecos, calendarios, libros, figuras de acción, video juegos, comics, camisetas, cromos, ...

Costó casi más que todo el presupuesto estimado para la película pero también fue capaz de recaudar, a nivel mundial, casi más que la misma. Todo el mundo tenía en su casa un pedacito de la película.

El éxito fue tan apabullante que el estudio la volvió a estrenar años más tarde en formato 3D (no es que fuera concebida para el 3D, sino que se utilizaron técnicas para pasar la película a este formato), y más tarde se estrenaron 2 secuelas más (sin el mismo éxito ni en taquilla ni en crítica que la primera) hasta que, en 2015, llegó *Jurassic World*, digna sucesora de la obra de Spielberg.

4.3.2 Y los dinosaurios volvieron a ver la luz

Pero centrémonos en los verdaderos protagonistas de la película: los dinosaurios. Aunque sin duda son los personajes que la hacen tan especial, su presencia real en todo el metraje es de tan solo 15 minutos, pero muy bien aprovechados.

Para recrearlos se utilizaron dos técnicas completamente opuestas: los dinosaurios con movimientos completos fueron creados de manera digital por ILM, mientras que

los dinosaurios con acción real en el escenario o más estáticos fueron creados por Stan Winston Studio.

4.3.2.1 Animatronics

Stan Winston y su equipo, que ya tenían cierta experiencia en el diseño de "muñecos" en películas como las dos primeras partes de Terminator o Aliens, serían los encargados de construir y operar los robots o animatronics de los dinosaurios. Sus creaciones podían ir desde el diseño del cuerpo completo del dinosaurio (el T-Rex y el Triceratops) como el diseño de solo algunas partes: cabeza, torso, piernas y garras para los primeros planos. En total diseñaron y crearon un enorme T-Rex, un velociraptor de casi 2 metros, la cabeza y cuello del braquiosaurio, el triceratops enfermo, un modelo de Gallimimus y el Dilophosaurio.



Imagen 68: Artistas en el taller de Stan Winston perfilando la cabeza del T-Rex y el Braquiosaurio

Su plan de trabajo consistía en 3 fases: investigación, diseño y construcción. Se empleó casi un año en la fase de investigación. Consultando con paleontólogos, museos y cientos de libros pudieron preparar bocetos detallados que más tarde se convertirían en esculturas a escala 1/5 y que luego se transformarían en dinosaurios de tamaño completo.

Fue necesaria la creación de distintos equipos (normalmente cada dinosaurio tenía un equipo propio) que estaba formado tanto por artistas como por ingenieros. Un ejemplo de la dimensión del proyecto sería "el equipo T-Rex":



Imagen 69: T-Tex a tamaño real

Estaba formado por 12 operadores encargados de que el T-Rex siguiera las instrucciones del director. Este animalito estaba construido de fibra de vidrio y más de 1300 kilos de arcilla, con una altura de 6 metros cubierta por una piel de látex que había sido extremadamente detallada por un equipo de artistas. Fue montado en un "dino-simulador", un artilugio diseñado por el equipo inspirado en tecnología hidráulica y basado en un simulador de vuelo de 6 ejes usado por los militares, todo ello controlado por ordenador.

Sin embargo, mover a ese pequeñín sin referencia ni plan alguno resultaba francamente complicado. Es por esto que se trabajaba con la escala más pequeña del protagonista para poder ensayar con él la batería de movimientos. Aquí ayudó mucho Phil Tippett al cual, prácticamente, habían dejado sin trabajo los técnicos de ILM.

Phil Tippett, quien había recibido un Óscar por su trabajo en *El retorno del Jedi* (1983), inventó la técnica del "Go-Motion" en 1980 para recrear el movimiento de los tauntaun y los AT-AT en *El Imperio*

Contraataca. Ahora necesitaba hacer uso de todos sus trucos para poder mostrar de manera clara y ágil el ataque de los velociraptors o un estanque lleno de dinosaurios.

El Go Motion es una variante del antiguo Stop Motion. En el Stop Motion, los objetos son fotografiados estando completamente inmóviles, mientras un técnico los movía milímetros entre fotogramas. En el Go Motion, al objeto que se está animando se le aplica un movimiento mientras se le está grabando. De este modo se obtiene un ligero desenfoque (motion blur) que se produce al observar objetos en movimiento



Imagen 70: Phil Tippett animando mediante Go Motion a los Velociraptors

debido a la velocidad del objeto o a un tiempo largo de exposición. El problema con esta técnica es que no conseguía la agilidad ni la fluidez de movimiento que Steven Spielberg necesitaba. En ese momento, aparecieron los expertos de ILM con sus potentes herramientas de animación, y el Go Motion quedó extinto quedando solo como referencia para técnicas que se utilizarían un poco más tarde.

Pero habíamos dejado al enorme T-Rex pendiente de que su versión más pequeña le enseñara a moverse. Waldo, nombre cariñoso que le dieron al pequeño dinosaurio, ya estaba preparado para entrar en acción.

Con el pequeño Waldo se ensayaban los movimientos para una determinada escena mientras, un ordenador registraba los movimientos y programaba al hermano mayor para que repitiera las acciones iguales. Para conseguir esto, se creó el concepto "performance-capturing Waldo" o lo que más tarde se conocería como DID (Direct Input Device) y permitía a los animadores tradicionales trabajar con modelos de ordenador sin que tuvieran que tener conocimientos del software:

- El DID se basa en el principio de la animación por Go motion. Se crea un esqueleto de metal con la forma básica del dinosaurio, de tal manera que los animadores solo tienen que mover las varillas según su necesidad.
- Para cada articulación o eje de movimiento de Waldo, se colocaron potenciómetros lineales que eran como pistones pequeños. La idea era que estos potenciómetros pudieran simular los movimientos del sistema hidráulico del modelo grande y así pudieran ensayar los movimientos que más tarde se podrían reproducir en la versión a escala real.
- Los datos recogidos por estos sensores son utilizado para animar un modelo generado por ordenador sobre un SGI Indigo (equipamiento diseñado por Silicon Graphics, Inc y especializado en la renderización de modelos gráficos de 3D).

Esta técnica se usó en dos escenas principalmente: la escena en la cocina con los velociraptors y la secuencia bajo la lluvia con el T-Rex.



Imagen 71: Mecanismo de captura de movimiento

Para animar estas escenas se necesitaron 4 sistemas funcionales, dos para el T-Rex y dos para los raptors. El mayor de ellos tenía 74 sensores, cada uno de ellos con 4 cables (dos para el control, uno para la potencia y otro para la toma a tierra), haciendo un total de 296

cables.

En comparación, el traje usado para el motion capture de Toy Story usó solamente 24 sensores, todos con potenciómetros, cada uno con 2 cables.

Cuando se había conseguido recoger toda la codificación necesaria en el ordenador y esta había recibido el visto bueno por parte del director (los cambios sobre el modelo grande eran más difíciles de gestionar que sobre el modelo pequeño), se llevaba la programación a la escena real.

Para mover el "muñeco" del T-Rex (el de tamaño real) se conectó la parte superior a un simulador de vuelo, mientras que el resto de cuerpo se animaba a través de radio control y un sistema hidráulico todo ello, gestionado por ordenador con el código definido por el DID.



Imagen 72: T-Rex de tamaño real en pleno rodaje

El equipo de Winston también creó una "insert head" (estructura solo de la cabeza destinada a los primeros planos) que era elevada por una grúa de 6.000 kilos.

Para poder rodar estas escenas, se encontraron con algunos problemas ya que la lluvia torrencial que se puede ver en la película, era la misma que se vivió en el set

de rodaje. Teniendo en cuenta la cantidad de cables y maquinaria que era necesaria para gestionar los movimientos mecánicos del dinosaurio, entre toma y toma, el equipo tenía que realizar un exhaustivo proceso de secado del muñeco para que este no realizara movimientos extraños derivados de posibles cortocircuitos. Realmente el T-Rex se convirtió en el terror del equipo por estos movimientos "fantasma".

4.3.2.2 *La construcción del Velociraptor*

Si el T-Rex es el protagonista de la película, los Velociraptors son los secundarios de lujo. Para poder animarlos, Stan Winston creó múltiples muñecos: animatronics completos, medios cuerpos e "insert legs" (únicamente el diseño de las patas que serían vistos en primer plano en la película). En este caso, la maquinaria asociada al movimiento era mucho más simple que para el enorme Tyranosaurio. Sin embargo, para conseguir que algunos movimientos fueran más reales, llegaron a la conclusión de que era mejor animar al raptor con un hombre dentro (y no porque se lo hubiera comido).



Imagen 73: Modelo en escayola del traje de raptor

Para empezar, el equipo superponía los dibujos del raptor sobre imágenes del modelo humano en varias posiciones. Después realizaban un molde de escayola sobre él y esculpían la forma del raptor alrededor de la forma humana.



Imagen 74: Modelo del traje de Raptor

Durante las semanas previas al rodaje de las escenas, John Rosengrant (que así se llama el hombre embutido en su traje de velociraptor), practicó los movimientos y el comportamiento del Raptor basándose en las indicaciones de Phil Tippett.



Imagen 75: Posición de trabajo para el rodaje

Para simular la anatomía del Raptor, se tenía que asumir una posición de Ski dentro del traje (doblar la cintura y agachado con las piernas en un ángulo de 90°). Se tuvo que trabajar con un fisioterapeuta para asegurar que podía mantener esa posición durante largos periodos de tiempo. Durante la filmación, Rosengrant podía estar con el traje puesto hasta cuatro horas (aunque tiempo real de rodaje era de 30 min), con periodos de descanso para poder descansar la espalda.



Imagen 76: Escena final en la cocina

La primera escena que se rodó con el traje fue la persecución de los niños por las cocinas del recinto.

Esta escena finalmente sería una mezcla de hombre disfrazado, animatronics y animación digital.

4.3.2.3 Dinosaurios CGI

Con las maquetas y los animatronics ya se había conseguido una calidad de movimientos y de imagen nunca vista hasta el momento en películas de monstruos (solo hay que recordar la versión de King Kong de 1976 o cualquiera de las películas del gran Ray Harryhausen). Sin embargo, Steven Spielberg necesitaba más. Había que conseguir que los dinosaurios fueran dinámicos y temibles. Para ellos, primero se empezó a trabajar con Phil Tippett y con la posibilidad de poder animar los dinosaurios con la técnica de Go Motion. Sin embargo, esto no fue suficiente. No es que la técnica en si tuviera problemas, había funcionado estupendamente durante años, pero otro de los miembros del equipo, Dennis Muren de ILM, decidió subir las apuestas: podía conseguir unos efectos mucho más impresionantes si le dejaban animarlos por ordenador.

Spielberg le dejó preparar un par de escenas para ver qué podía hacer y quedó más que sorprendido al ver el movimiento del T-Rex persiguiendo a unos indefensos Gallimimus. En ese momento, el equipo de Go Motion quedó extinto pero, debido al gran estudio que habían realizado sobre la anatomía y los movimientos de los dinosaurios, quedaron como asesores del equipo digital (y del mecánico).



Imagen 77: Escena de Jurassic Park

Ahora toda la presión recaía en los animadores de ILM, a los cuales el director les había impuesto otra condición: quería que la animación le permitiera movilidad con las cámaras, es decir, que las animaciones no se rodasen sobre un plano fijo sino que pudiera percibirse el movimiento de la escena, como se puede ver, sobre todo, en la estampida en el prado de los Gallimimus.

Durante 18 meses, un equipo de 100 técnicos de ILM consiguió crear 6 minutos de gráficos por ordenador incluyendo planos medios, primeros planos y tomas generales.

Se siguieron una mezcla de diferentes técnicas y pasos para la representación digital del T-Rex, Raptors y los braquiosaurios:

- Se comenzaba con diseños dibujados en papel, con las prótesis de los distintos dinosaurios o los modelos que el equipo de Stan Winston enviaba a ILM para que los escanearan e introdujeran en el ordenador.
- Llega la tarea más complicada ya que se tienen que reconstruir los datos recogidos para hacer que estos creen una imagen tridimensional en el ordenador.
- SoftImage 3D Creative Environment 2.6 (herramienta diseñada por Softimage Co., que en 1998 pasó a llamarse Avid y Autodesk en 2008) se utilizó para ubicar y establecer las articulaciones de los dinosaurios o puntos referenciales que permitirían darles movilidad.
- Con todos los datos cargados en el ordenador, se necesita crear una armadura digital, lo que se convertirá en wireframes o red de alambres.
- Para empezar a definir el movimiento, se hace uso de otra herramienta propia de ILM: Envelope. Los animadores podían simular el movimiento de

los músculos ya que les permitían definir puntos de control debajo de la superficie de los objetos.

- Con el movimiento ya definido, hay que diseñarles una piel convincente. Esto lo consiguieron con el software Viewpaint, que permitía otorgar de textura a la piel, definiendo un mapa de textura (siempre siguiendo los modelos que el equipo artístico había diseñado).
 - Los artistas lo usaban trabajando sobre una versión plana del modelo o usando funciones matemáticas complejas.
- Para poder unir todas las imágenes en una sola (ya que cada objeto se animaban de manera independiente), se utilizó un renderizado con ordenadores de gran potencia. Se necesitaba aproximadamente 10 horas en calcular un fotograma, si existen 24 fotogramas por segundo y fueron aproximadamente 6 minutos de animación digital...
 - El proceso de renderizado se realizó gracias al Software Renderman (Renderman define cámaras, geometría, materiales e iluminación usando Renderman Interface Specification). Esto permite la comunicación entre los modelos 3D y las aplicaciones de animación con el motor de renderización que genera imágenes de alta calidad.
 - Pixar desarrolló y publicó Renderman Interface Specification en 1988 con el propósito de contener suficiente poder descriptivo para acomodar los avances en modelado, animación y tecnología de renderizado durante muchos años. Sus versiones sucesivas están siendo utilizadas hasta en películas como Cars 3, Kong: Skull Island,... todas ellas estrenadas este año.
- Ya solo queda colocar los dinosaurios en una escena a través de un proceso de composición: los CGI tienen que ser combinados con las tomas reales y cualquier otra toma de primer y segundo plano o cualquier otro elemento de fotografía en el escenario
 - El sistema de tracking 3D que se usó fue una de las primeras versiones basadas en un viejo software de tracking 2D llamado MM2, el cual no era automático sino una herramienta manual donde los artistas marcaban los cambios de posiciones a mano. También colocaban pelotas de tenis coloreadas en los sets de rodaje como marcas de referencia, para usarlas para seguir los movimientos de la cámara a través de la escena. Más tarde, el equipo de ILM

desarrollaría un programa interno, llamado MARS, para cuadrar los movimientos y como software de tracking.

- Una vez compuesta la escena, las imágenes deben pasar a revisión. Si reciben el visto bueno, la escena es pasada a película física.

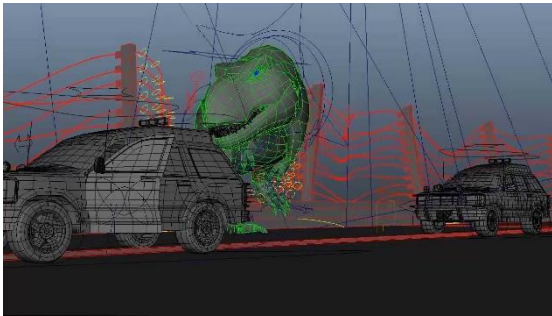


Imagen 78: Diseño Wireframe



Imagen 79: Escena renderizada

Michael Lantieri, supervisor de los efectos especiales de *Indiana Jones y la última cruzada* (1989) y las dos primeras partes de *Regreso al Futuro* (1985 y 1989), sería el encargado de la supervisión de los elementos interactivos durante el rodaje, esto quiere decir que era el responsable de hacer creíble la unión entre los efectos mecánicos, los actores reales y los efectos CGI, una ardua tarea teniendo en cuenta lo complejo que era el proyecto.

Por ejemplo, la escena final donde el T-Rex lucha contra los Velociraptors, todos los dinosaurios son digitales mientras que el esqueleto y la banda publicitaria en el centro de visitantes son efectos físicos que se



Imagen 80: Escena final de Jurassic Park

encontraban en el escenario. Lantieri era responsable de asegurarse que el esqueleto y el cartel reaccionaran de manera realista con los elementos digitales que todavía no se podían incluir.

Todos los ciclos y cálculos necesarios para la animación eran soportados por el hardware de ILM, el cual tuvieron que ampliar y reubicar debido a la potencia que era necesaria: más de 70 estaciones de trabajo de Silicon Graphics (desde los Indigo a Iris, pasando por Reality Engine) fueron utilizados por ILM y, para los trabajos de

pintura, se usaron algunos Macintosh Quadra 700. Disponían de más de 200 Gb de memoria de disco duro en línea y todos los ordenadores se encontraban conectados, cuando uno de ellos estaba realizando un trabajo muy pesado, existían otras 140 CPUs dispuestas para ayudar.



Imagen 81: Sala de Control de Jurassic Park

(EarthWatch era el encargado de simular el programa meteorológico).

Además, mucho de los equipos fueron cedidos por Silicon Graphics para utilizarlo como atrezzo en las escenas donde sale la sala de Control (4 Indigo RICS, 7 Indigo Elan y 4 Indigo IRIS), así como software que también era propiedad de Silicon Graphics

Toda esta equipación tenía, aproximadamente un precio de 1 millón de dólares y un periodo de mantenimiento de 4 meses.

Se crearon y añadieron más de 50 efectos CGI de dinosaurios en la película, un número sin precedentes hasta el momento, necesitando para ello los ordenadores más potentes de ILM. Pero no solamente se crearon los dinosaurios digitalmente: para la escena del T-Rex bajo la lluvia, se tuvo que retocar la profundidad de campo para que el dinosaurio se reflejara en los cristales de los jeeps. También se retocaron los efectos de la lluvia, realizando un proceso de rotoscopia para cada gota y luego se añadió una nueva capa de lluvia para poder mostrarla en primer plano.

Este proyecto marcó uno de los mayores avances en simulación de organismos vivos. Varias de las creaciones Software permitieron una libertad sin precedentes en la composición de CGI. Por primera vez, todas las restricciones con los movimientos de la cámara en segundo plano fueron eliminadas, gracias a herramientas como Softimage.

4.3.3 El sonido también es importante

Para poder completar la imagen aterradora de los dinosaurios era necesario acompañarlos de un sonido capaz de poner los pelos de punta. El problema es que

no se podía preguntar a nadie como habían sonado los dinosaurios hacia 65 millones de años asique los técnicos tuvieron que ser imaginativos. Para ello se contrató a Gary Tydstron, ganador del oscar por los efectos de sonido de Terminator 2, el cual empleó varios meses en la grabación de sonidos de todos los animales que pudo encontrar (salvajes y en el zoo) y luego mezcló todos los sonidos para crear los rugidos que ahora son tan característicos:

- El rugido del *T-Rex* corresponde a una morsa macho, el rugido de un tigre, un cocodrilo y los sonidos de un bebé elefante. Aunque el principal truco utilizado fue ralentizar todos estos sonidos, para conseguir mayor espectacularidad.
- Los *velociraptors* eran una pareja de tortugas en actitud cariñosa (la entrega de algunos técnicos es impresionante), delfines, una morsa, unos gansos y los resoplidos de un caballo.
- El *Dilophosaurus* era la llamada de un cisne con un halcón, una serpiente de cascabel y un mono aullador.
- El *braquiosaurio* era una mezcla entre ballenas y asnos.
- Los *Gallimimus*, también pueden considerarse como X ya que es una pareja de caballos en pleno cortejo.
- Para la respiración del *Triceraptos* no se utilizó ningún elemento orgánico. Se utilizó un tubo de cartón con un muelle dentro, un mecanismo de reverberación que hacía que los sonidos parecieran estirarse y hacerlos más profundos.

Estos sonidos eran registrados en un ordenador y luego reproducidos a través de un teclado hasta conseguir la mezcla idónea.



Para el diseño de sonido de la película y la reproducción del mismo, Steven Spielberg invirtió en la creación de DTS (Dedicated To Sound) como alternativa al Dolby digital que se había estrenado el año anterior con Batman Returns. Se consiguieron diseñar

sonidos para los animales, la lluvia, disparos, accidentes de coches, escenas sin música,... Esto obligó a que un gran número de cines tuvieran que acondicionar sus salas para el nuevo sistema. Se les ofrecieron

dos opciones: un sistema estéreo de dos canales con un canal subwoofer adicional, o bien una configuración de 6 canales.

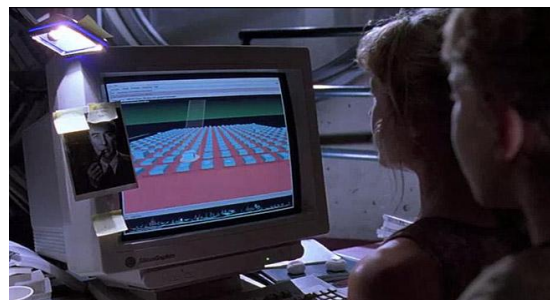
La justificación para este cambio radicaba en la pérdida de calidad del sonido con los sistemas tradicionales: una de las características del T-Rex eran los sonidos subarmónicos, que con el sistema tradicional apenas serían perceptibles.

4.3.4 Cosas Curiosas

- Uno de los efectos más difíciles de conseguir, por curioso que parezca, fue un efecto mecánico: el agua vibrando ante la llegada de T-Rex. Steven Spielberg quería que el T-Rex anunciara su presencia antes de que la audiencia pudiera verle (tuvo la idea cuando vio el espejo retrovisor de su coche vibrar con alguno de los efectos de sonido de la película). Cuando Michael Lantieri intentó replicar el efecto con agua, no lo consiguió. La noche antes del rodaje de la escena, puso un vaso de agua sobre una guitarra y rasgó las cuerdas. Sorprendentemente consiguió las ondas que buscaba y por eso, hay cuerdas de guitarra escondidas debajo del salpicadero del jeep.



- Se dice que el sistema operativo que rige el parque es UNIX, sin embargo el "Unix" que se ve en la película, y que tan magistralmente gestiona la joven Lex, es realmente el 3D File System Navigator de Silicon Graphics el cual solo te permitía navegar entre los distintos ficheros y directorios en modo 3D, sin otra utilidad conocida.
- Steven Spielberg recibió 250 millones de dólares por las ganancias y participaciones en la película (hay que tener en cuenta que no solo corresponde a los ingresos en taquilla, sino a todo el merchandising que se generó, y que fue apabullante)



4.4 Toy Story

"Hasta el infinito y más allá"

-- Toy Story, 1995

	<p>Título Original: Toy Story Fecha de estreno: 22 de Noviembre de 1995 Director: John Lasseter Duración: 77 minutos Guion: John Lasseter Presupuesto: 30.000.000\$ (aproximado)</p> <p>Reparto: Tom Hanks (Woody), Tim Allen (Buzz Lightyear), Don Rickles (Sr. Potato), Wallace Shawn (Rex), John Ratzenberger (Hamm), Erik Von Detten (Sid)</p> <p>Sinopsis: ¿Que ocurre con los juguetes cuando no los miramos? Pues que tienen vida propia, están organizados y disfrutan de la vida junto a sus dueños. Pero, ¿qué pasa cuando los muñecos se pierden? ¿Conseguirán reunirse con sus amigos a tiempo de mudarse a su nuevo hogar?</p>
--	---

Imagen 83: Cartel original de Toy Story (1995)

Para poder contar la historia de Toy Story hay que contar la historia de John Lasseter y la creación de Pixar.

Cuando John Lasseter terminó sus estudios en el CalArts (California Institute of the Arts), entró a trabajar en Disney como animador tradicional. A principios de los 80, mientras trabajaba en la casa del ratón Mickey tuvo su primera experiencia con el mundo de la animación por ordenador: un par de amigos le enseñaron el proyecto en el que estaban trabajando. El año era 1982, la película Tron y la escena, la carrera de light cycle.

Tal fue el impacto recibido que quiso probar suerte y presentar a sus jefes de Disney sus ideas para la animación digital. Con un pequeño presupuesto, se le permitió crear un test de unos 30 segundos para demostrar que era viable. La escena elegida pertenecía al libro de Maurice Sendak "Where the Wild Things Are" y consistía en un niño corriendo por la casa con su perro persiguiéndole. Todo el segundo plano estaba diseñado por ordenador mientras que los personajes eran dibujados a mano. Su idea fue rechazada y, por lo que fue considerado como una "manera de pensar fuera de la filosofía de la empresa", fue despedido (a saber con cuanta energía fue capaz de defender el proyecto). Dejó su trabajo en Disney, se fue a LucasFilm y más tarde se convirtió en uno de los socios fundadores de Pixar.

Como ya comentamos, Pixar empezó formando parte del conglomerado creado por George Lucas en la época de Star Wars con el nombre The Graphics Group, pero después de que fuera adquirido por Steve Jobs por el módico precio de 10 millones de dólares (5 millones destinados para la compra, y otros 5 como inversión de capital), Pixar se convirtió en 1986 en una compañía independiente de animación.

El primer producto que creó y comercializó fue el Pixar Image Computer, un sistema de gráficos 3D aplicado a la imagen médica, análisis sísmico, o interpretación de imágenes por satélite. También fue usado por John Lasseter para la creación de *Luxo Jr.*, corto que supuso la carta de presentación de la compañía ante el mundo. Sin embargo, fue su segundo corto el que realmente colocó a Pixar en lo alto del mundo de la animación.

En 1989, en medio de algunos problemas económicos por las pobres ventas que estaba teniendo su producto, Steve Jobs ayudó a financiar y estrenar el corto *Tin Toy* que se alzaría ese año con el Oscar al mejor corto de animación, siendo el primero en formato digital.



Imagen 84: Fotograma de Tin Toy

Ya entonces, Pixar empezaba a estar en el radar de Disney. Ambos trabajaron juntos en el desarrollo de CAPS (Computer Assisted Production System), un programa de ahorro de costes para digitalizar los coloreados de los dibujos realizados a mano,

insertarlos en fondos compuestos de antemano junto con otras posibles capas de animación para luego poder renderizar el fotograma de manera completa en la película (antes, los animadores estaban limitados a 5 capas de animación por fotograma). Este programa se usó en 1989 para los *Rescatadores en Cangurolancia* y más tarde en *La Bella y la Bestia* (la escena en el impresionante salón de baile), *Aladdin* (el colapso de la cueva de las maravillas) y en *El rey León* (la estampida de los antílopes).

En 1991, después del éxito cosechado por *Tin Toy*, la compañía de Steve Jobs llegó a un acuerdo para desarrollar, producir y distribuir 3 largometrajes con Disney por 26 millones de dólares y el 10% de los beneficios que generasen esas películas (el acuerdo inicial comprendería *Toy Story*, *Bichos* y *Toy Story 2*). Sobre el papel, el acuerdo parecía más beneficioso para Disney, pero benefició también a la joven Pixar ya que, por sus propios medios, no tenían la capacidad de poder producir un largometraje, aunque, por aquel entonces, no es que tuvieran muchas ideas que poder llevar a cabo uno.

Lo primero en lo que pensó Pixar a la hora de crear su primer largometraje fue que, pese a que eran conocidos por su potencial tecnológico, ellos querían que fuera la historia quien hablase, que la tecnología fuera una herramienta y no la protagonista (como si ha pasado en otras películas de animación). El segundo punto que se plantearon es que no fuera la típica película Disney: nada de princesas que cantasen.

Con estos dos principios básicos tuvieron ver hacia donde tiraban, y rescataron una idea con la que ya habían trabajado y que, técnicamente, les era favorable: dar vida a los juguetes.

Después de muchas reuniones y discusiones, llegaron a la conclusión de modificar un poco la historia de *Tin Toy*: El protagonista sería Tin, quien se separaría de Andy en una gasolinera, y se encontraría con otro muñeco abandonado, un muñeco de ventrílocuo. Entre ellos se establecería una peculiar relación de amistad. Como ya sabemos todos, y gracias a algún avezado animador, los personajes cambiaron un poco convirtiéndose en un muñeco espacial de acción y el contrapunto, un cowboy clásico, y como todo el mundo sabe, los polos opuestos, se atraen.



Imagen 85: Dibujo conceptual de Buzz Lightyear



Imagen 86: Dibujo conceptual de Woody

Disney dio luz verde al proyecto el 19 de enero de 1993. La idea principal que tenían era la de escribir una película de colegas (buddy movie, como Arma Letal o 48 horas), donde las conversaciones podrían tener un tono un poco más adulto y conseguir planos nunca vistos hasta el momento. El equipo de guionistas, que incluía no solo a Lasseter sino a Andrew Stanton, Joss Whedon y Joel Cohen, emparejaron el concepto de los personajes con una actitud un poco más cínica propia de estas películas, con lo que Pixar pudo desestimar definitivamente los números musicales a favor de una visión un poco más madura. El problema es que se les fue un poco la mano con el cinismo impreso en el personaje de Woody. El primer guion le retrataba como un tirano con los juguetes y un malhumorado.

El primer borrador del guion se presentó el 19 de noviembre de 1993 a la cúpula de Disney y lo odiaron a muerte. El presidente del departamento de animación, Peter Schneider, paró la producción hasta que no le entregasen un guion que hubiera sido aprobado por Disney. Pixar aguantó el chaparrón como pudo, pidió una prórroga de 2 semanas mientras se ultimaba un nuevo guion. Se suavizó un poco el carácter de Woody y se retocó algún otro personaje y, en febrero de 1994, después de muchas revisiones, todos quedaron contentos y se pudo volver al trabajo.



Imagen 87: Tom Hanks durante el proceso de doblaje

Ya en las primeras etapas de la producción de la película, había que contratar a los actores que serían las voces y la personalidad de los muñecos. La primera y, prácticamente, la única opción para Woody fue Tom Hanks, y para convencerle (por aquel entonces era uno de los actores de

moda de Hollywood), decidieron recrear parte del dialogo de *Socios y Sabuesos* (película que protagonizaba junto con un baboso dogo de Burdeos) con el muñeco de Woody.

Cuando Hanks vio el resultado final, se subió al carro y ya no ha vuelto a bajarse. Con Buzz tuvieron algún problemilla porque la opción inicial, Billy Crystal, no quiso participar en el proyecto (aunque tras ver el resultado final no lo dudó ni un instante cuando le ofrecieron el papel en *Monstruos S.A.*). Al final, miraron hacia la casa y al protagonista de la serie *Chapuzas en Casa*. Ya tenían luz verde, las voces, el equipo,... ¡ya solo había que empezar a dibujar!

Con los dos protagonistas claros había que seleccionar al grupo de secundarios y se empezaron también las negociaciones con las distintas casas de juguetes para poder mostrar a sus muñecos en las películas. Uno de los primeros que dijo que no a aparecer en *Toy Story* fue Mattel y Barbie (aunque visto el éxito que tuvo la película, la incorporaron rápidamente en la segunda entrega). Hasbro también se negó a que salieran sus G.I. Joe pero si permitió que el señor Potato (y familia) aparecieran como personajes. Pero curiosamente, ninguna de estas dos empresas quiso crear los muñecos propios de la película para su venta. Fue una empresa canadiense, propiedad de Arbert Chan, Thinkway Toys, quien se arriesgó con la fabricación de los muñecos y se aseguró las licencias de todos ellos en 1995. Tras el boom de *Toy Story* (y sus secuelas), esta pequeña compañía se convirtió en la séptima empresa mundial en la creación de juguetes (todavía retumban los cabezazos de los directivos de Mattel y Hasbro).

Se estrenó en todo el mundo para el fin de semana de Acción de Gracias, el 20 de noviembre de 1995, y consiguió recaudar 192 millones en EEUU, y 374 en todo el mundo, siendo la película más taquillera de ese año y abrió las puertas a un nuevo género cinematográfico que no ha parado de crecer desde entonces.

La película, pese a todos los problemas de gestión y control que ejerció Disney sobre ella, finalmente resultó ser todo un éxito y ganó un premio de la academia por sus especiales logros y estuvo nominado a mejor guion original (algo que no se

había visto antes para una película de animación), banda sonora y canción compuestas ambas por el veterano Randy Newman (seguía siendo una película Disney y nunca ha faltado una película Disney en estas categorías).



Imagen 88: John Lasseter recogiendo el premio especial a los logros de Toy Story

El acuerdo entre Disney y Pixar se extendió durante algunos años más y acabo, finalmente, con el estreno de *Los Increíbles* en 2004, aunque en 2006, Disney decidió quedarse directamente con la compañía (llevaba ya algunos años dependiendo de los estrenos de Pixar porque sus propios productos no estaban funcionando todo lo bien que deberían) y pagó, a Steve Jobs y al resto de accionistas, 7400 millones de dólares por una compañía que, en 1986, había costado 10 millones.

A lo largo de los años, a Pixar-Disney le han ido saliendo competidores que han seguido sus pasos tanto tecnológicamente como narrativamente: Dreamworks (la saga *Madagascar*), Fox (la saga *Ice Age*), Sony (Locos por el Surf) y Universal (*Mi villano favorito* y su amarilla compañía) son algunos de ellos.

4.4.1 El comienzo del viaje

Una de las principales limitaciones con la que se encontraron en Pixar a la hora de emprender este proyecto era el software del que disponían: simular una superficie de plástico era más asequible que representar otros tipos de personajes más orgánicos. Los humanos eran muy complicados de realizar por aquel entonces, con lo que se centraron en contar la historia desde el punto de vista de los juguetes.

El software del que se disponía permitía la creación de perfectas formas geométricas como bloques o pelotas que rebotan, el tipo de cosas que se pueden

encontrar en la habitación de un niño. Cualquier otra cosa más "orgánica" que se intentase hacer parecía hecha de plástico, con lo que intentaron limitar las apariciones de los humanos lo máximo que pudieron.

Cuando el proyecto recibió el visto bueno de todos los que tenían que darlo, lo primero que tuvieron que plantearse fue formular cual sería el look visual que se le quería dar, y para eso se contrató al director de arte Ralph Eggleston.



Imagen 89: Diseño de colores de Pizza Planet

Debía crearse unas atmosferas que iban desde los ambientes cálidos y confortables, con mucha luz y colores pastel más propios de la habitación de los muñecos, hasta aquellos más oscuros y fríos con los que nos encontramos cuando Buzz y Woody intentan regresar a casa. Esto ayudaría a establecer las

gammas de colores de todos los escenarios, personajes, fondos,...

El siguiente paso en el proceso de producción era transformar el guion en un storyboard, compuesto de viñetas dibujadas a mano definiendo cada una de las tomas de la película. Permitían a todo el equipo visualizar la acción y ofrecían opciones concretas de puesta en escena (se calcula que, hasta que se tuvo una versión final del guion, se habían dibujado 25.000 páginas de storyboard).



Imagen 90: Serie de Storyboard de Toy Story

Luego, estos dibujos eran transferidos a video usando Avid Media Composer, de esta manera se permitía un visualizado de manera más rápida, y casi digital. Puesto que esto era bastante antes de que los actores grabaran sus voces, los diálogos los preparaban los propios animadores con el fin de hacerse una idea del movimiento de la cara, la boca, la expresión corporal, ...

Llegaba el momento de trasladar todos estos bocetos a modelos por ordenador.

Primero los modeladores tenían que crear una escultura y modelos 3D para todos los personajes y escenarios de la película. El software utilizado para tamaña empresa fue MenV/Marionette, programa propiedad de Pixar, diseñado para funcionar sobre estaciones de trabajo Silicon Graphics, que no se comercializa y es de uso exclusivo de la compañía ya que les permite mucha mayor flexibilidad a la hora de poder modificar el código base según sus necesidades. Con él, se diseñaron diagramas de baja calidad usando el proceso de Rigging:

- Rigging es un proceso para crear un sistema de controles digitales y agregárselos a un modelo 3D para que pueda ser animado fácilmente.
- Para que un rigging sea eficiente, debe de permitir que el operador no tenga problemas tales como la falta de movilidad o movimientos antinaturales.

- El proceso consiste en crear un sistema esquelético que vaya de acuerdo con la forma básica del personaje. La manera más fácil es mediante esferas de estructura de alambres para así crear uniones que puedan moverse fácilmente. Estas uniones se convertirá en una pirámide de estructura alámbrica y se conectará así con los huesos virtuales.

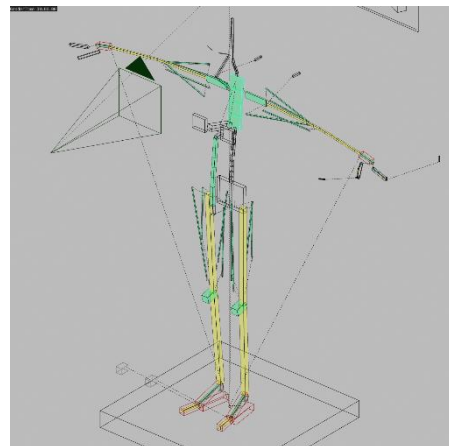


Imagen 91: Modelo de Rigging

Cuando ya se ha definido una estructura básica, el modelo 3D se acopla al esqueleto para poder darle una movilidad creíble y natural

Con un esqueleto estático construido, MenV/Marionette creaba directamente controles para las articulaciones o "avars" (Articulated Variables); estos controles permitían a los animadores aislar regiones específicas – la articulación del codo, o el movimiento de los labios para cuadrar algún dialogo – y dejar entonces a los

ordenadores la interpolación de toda la secuencia de animación. Esto no solo facilitaba el aburrido proceso de animación fotograma a fotograma, sino que permitía una mayor fluidez en los movimientos.

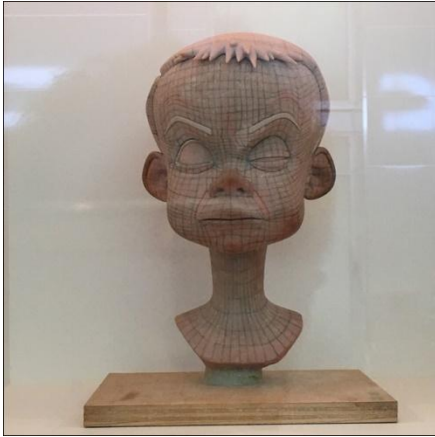


Imagen 92: Figura en arcilla con los puntos de clave de Sid

Otros personajes, los que requerían una versión más realista, como el Pitbull Skud, los personajes humanos o incluso la cabeza de Woody, primero se creaban en arcilla y luego eran digitalizados con una "varita mágica" llamada Polhemus 3 Space Digitizer, con el que los artistas definían unos puntos clave sobre el modelo, y con un "lápiz" conectado al ordenador tocaban estos

puntos que eran registrados y almacenados en el ordenador para crear una superficie 3D. Era un proceso lento que no podía ser interrumpido si no se quería volver a empezar desde el principio.

Los modelos ya estaban definidos o cargados en el ordenador, es hora de que los controles de articulación fueran codificados en cada modelo, permitiendo a los animadores coreografiar la acción y encajar la boca y los movimientos faciales con los diálogos.

Aquí la mayor diferencia que se puede ver con respecto a la animación tradicional es el concepto de interpolación. En la animación por ordenador, la interpolación era el equivalente a "colocar entre". El ordenador calculaba los pasos intermedios y las posiciones de los movimientos, basados en posiciones clave, y generaba los fotogramas que faltaban. Esto ahorra tiempo, con los animadores decidiendo cuales serían las posiciones claves y modificando los movimientos generados automáticamente para llegar a la actuación más natural del personaje.

Algunas veces la interpolación era combinada con otras técnicas, permitiendo que el ordenador generara los movimientos mientras se tenían en cuenta parámetros matemáticos. Por ejemplo, un ordenador podía simular el peso, masa e inercia de un objeto para que sus propiedades físicas y las leyes naturales del movimiento pudieran ser simuladas.

Si juntamos los avatares definidos y la interpolación que permitía el software conseguimos que, por ejemplo, los 43 controles que Skud tenía en la boca le permitieran gruñir amenazadoramente y enseñar los colmillos.



Imagen 93: Fotograma de Skud en Toy Story

Woody fue uno de los más complejos con 723 controles de movimiento, incluyendo 212 para la cara, de los cuales 58 correspondían solamente a la boca.

Como a estas alturas del proyecto, los actores ya habían grabado sus líneas de diálogo, empezaba una de las partes más complicada: hacer que el diálogo coincidiera con las expresiones de la cara. Para una toma de aproximadamente 8 segundos, se podía emplear una semana para encajar las expresiones faciales. No solo había que mover la boca para que hablara, había que otorgar a la cara de la expresión de emociones necesaria y para eso, también se valieron de tomas grabadas mientras los actores recitaban sus líneas de diálogo.

Con los diálogos integrados, los bocetos digitales o riggings pasaban a reemplazar los story boards manuales como guía para seguir la película, de manera que ya se podía intuir como iba quedando la película y poder realizar procesos de ajuste si fueran necesarios.

Por el momento, solo tenemos esqueletos y geometrías básicas, con lo que es hora de empezar a darles un poco de cuerpo. El primer paso era empezar con el proceso de sombreado. Trabajando sobre monitores Sony y usando software de Amazon y Adobe Photoshop, capas de pintura fueron compuestas con las imágenes por ordenador para conseguir el efecto deseado, para ello usaron programas matemáticos para describir la apariencia de las superficies, a los cuales llamaron sombreadores o Shaders. Especialmente para este proceso, Pixar desarrolló UnWrap, un software que permitía a superficies 3D complejas ser aplanadas para su coloreado: un artista podía desenvolver la cara de un personaje y convertirla en un plano liso, pintar en la superficie detalles como poros o arrugas, y luego volver a

colocar la cara donde correspondía. El propósito de cada sombreador era informar al proceso de redenderizado sobre el efecto de la luz al reflejarse en la superficie. El departamento de pintura se encargaría de coger esas superficies tan perfectas y añadirles las imperfecciones que las hacen tan reales (desgarrones, suciedad,...). Solo el código para sombrear el pelo de Andy fue, con diferencia el que más tiempo llevo escribir: 9 meses.

Con esqueleto y texturas en su sitio, pasamos a la siguiente estación en la cadena de montaje: la iluminación, quizás uno de los procesos más arduos de todos. Intentaron que lo más realista posible, como si se encontraran en una escena real. Pero a diferencia de una escena real, aquí se podían controlar las luces de manera independiente. El problema de los técnicos en el "mundo real" es que si tienen 20 fuentes de luz, tienen 20 sombras, pero si iluminas digitalmente solamente tienes las sombras que tú quieras.

Con todos los elementos ya ensamblados, sombreados e iluminados, se pasa la película resultante a la "granja de redenderizado" donde Pixar utilizaba un software del que ya hemos hablado con anterioridad. RenderMan funcionaba sobre 117 Sun SPARC 20s (87 de doble procesador, 30 de 4 cores para hacer un total de casi 300 procesadores a disposición de los animadores) encendidos las 24 horas (la factura de la luz podía resultar un problema para el presupuesto). Después de que el procesador fuera alimentado con toda la información digital para definir la animación, sombreado e iluminación (la cantidad de datos podía ser enorme dependiendo de la escena), RenderMan mezclaba todo lentamente, como si de una coctelera se tratara, pudiendo llevar desde 2 horas hasta 15 por fotograma, a una resolución de 1536 x 922 pixels.

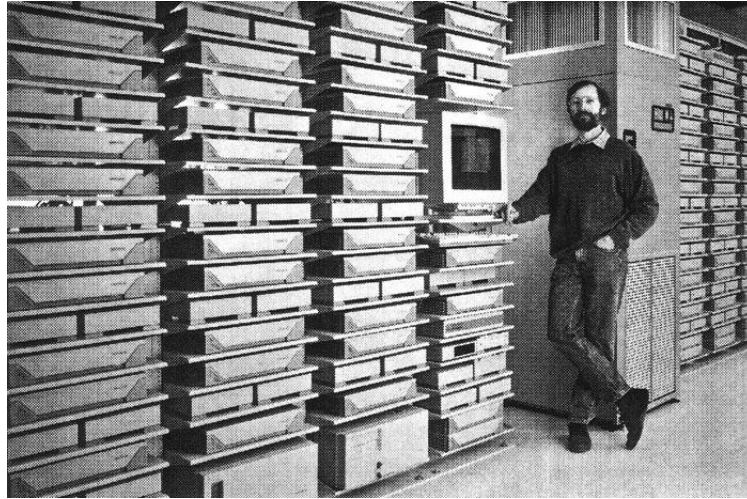


Imagen 94: Granja de renderizado en Pixar (1995)

Las estaciones de trabajo se configuraron como servidores sin cabeza cada uno con una memoria RAM disponible de 192 a 384 Mb y de 3 a 5 Gb de almacenamiento de disco duro local. El disco duro contenía una copia de Solaris y el software de RenderMan

- Los trabajos eran facilitados a las estaciones SPARC a través de un SPARCserver 1000e, el cual contenía la información básica necesaria (modelos, texturas, sombreados) para completar el renderizado del fotograma. El software de control propiedad de Pixar se encargaba de pasar los fotogramas a cada una de las estaciones de trabajo y asegurarse una buena distribución de las tareas
- Las estaciones de trabajo estaban conectadas al servidor a través de un hub Gran Junction, que conectaba 24 estaciones vía 10BaseT, y al server 1000e a través de un link 100BaseT de 100 Mb.
- El servidor 1000e estaba, a su vez, conectado con la red de la compañía, formada principalmente por SGIs, a través de 10BaseT y FDDI con los SGI Challenges e Indigo 2s que actuaban como servidores maestros. Estos últimos almacenaban modelos de diferentes objetos que eran recuperados por los 1000e cuando los necesitasen.
- Pixar disponía de dos grandes granjas de discos, un SGI Challenge con 144 Gb y un Sun array con 108 Gb. Ambos no eran suficiente para almacenar una película entera, con lo que aquellas imágenes que habían sido finalizadas (recibido la aprobación del director y medio Disney), eran grabadas en película y copiadas en una cinta de 8mm Exabyte

Las imágenes finales eran transferidas al sistema de edición de Avid para que Lasseter y su equipo pudieran montar la versión final de Toy Story, que finalmente sería trasladada a una película de 35 mm.

Durante el proceso de post-producción, la película fue enviada a Skywalker Sound donde se añadieron los efectos sonoros junto con la banda sonora.

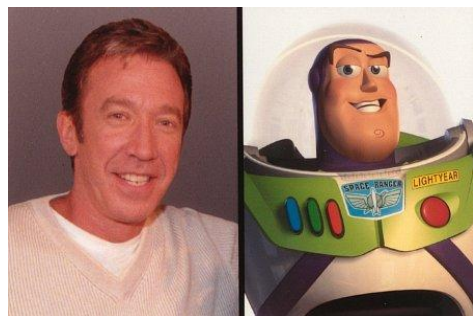
Cuando se finalizó Toy Story, los números que arrojaba, mareaban un poco:

- la película necesito de 800.000 horas de máquina
- se crearon 114.240 fotogramas de animación.
- se hicieron 1560 tomas con más de 400 modelos matemáticos generados por ordenador y escenarios de fondo.
- En total, se escribieron 4,5 millones de líneas de código para la descripción de todos los objetos, y 500.000 operaciones aritméticas básicas por pixel
- Tamaño total de los ficheros de RenderMan que fueron manejados = 34 Tb
- Almacenamiento total para los fotogramas finales = 500Gb

Sin duda son cifras que ahora nos pueden parecer ridículas o exageradas teniendo en cuenta los tiempos que corren, pero en 1995, lo que este pequeño grupo de poco más 100 personas consiguieron ha quedado para la historia de la animación digital.

4.4.2 Cosas curiosas

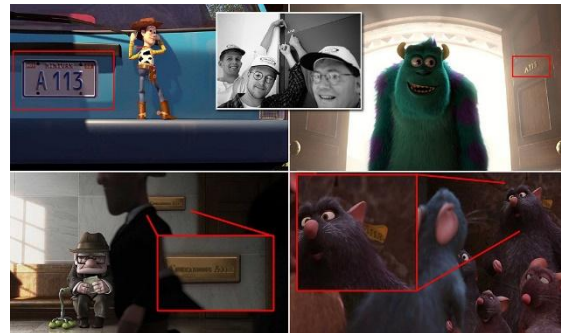
- El personaje de Buzz Lightyear fue creado como si fuera un anuncio andante. Sin embargo, según se fueron grabando los diálogos, la personalidad que Tim Allen imprimía al personaje hizo que cambiara el enfoque del personaje convirtiéndole en un muñeco que no conoce su verdadera identidad.



- Para que el personaje de Sid diera más miedo si cabe, la alfombra de su casa es la misma que la que se ven en el hotel Overlook en la película de El Resplandor



- Existe una marca distintiva de la casa Pixar: igual que Hitchcock salía en todas sus películas y era una especie de juego entre los espectadores encontrarle, Pixar esconde "A113" en todas sus películas, y Toy Story siendo la primera, no iba a ser menos. A113 era la clase donde John Lasseter, Brad Bird, Pete Docter y Andrew Stanton asistieron en el CalArts (California Institute of the Arts)



- La compañía que comercializaba en Etch A Sketch estaba prácticamente en bancarrota cuando permitieron que la pizarra apareciera en la película. Tras el estreno de la misma, la empresa consiguió aumentar sus ventas y salvarse



- La inclusión de Rex en la película se debe al homenaje que el equipo quiso hacer a Parque Jurásico (estrenada apenas dos años antes). Pero en este caso, querían que la personalidad del juguete fuera totalmente opuesta al famoso dinosaurio. No es el único guiño a películas de Spielberg ya que existe una escena sospechosamente parecida a *En Busca del Arca Perdida*.



5 Conclusiones

“Yo he visto cosas que vosotros nunca creeríais”

-- Blade Runner, 1982

Este proyecto comenzó con los albores del cine, a mediados del siglo XIX. Empezamos hablando de una industria donde, con los trucos más básicos, los directores eran capaces de engañar al espectador. Se valían de tramoyas, sobrepresiones, mucho decorado y trucos de cámara para mostrarnos historias y mundos que antes solo podían encontrar en los libros (aquellos que tenían acceso a ellos).

Con el paso inexorable del tiempo, el ser humano ha ido avanzando hacia una mayor automatización y para ello ha echado mano de la ciencia y la tecnología, y el cine no ha sido distinto. No fue todo de golpe, se empezaron con pequeñas cosas: la creación y acondicionamiento de espacios para convertirlo en un espectáculo de masas, la aparición del cine sonoro, la llegada del color y las superproducciones (estas siempre han necesitado más de todo; más color, más sonido, más efectos, más gente,...), maquetas, blue screen, stop motion,... y a partir de aquí, se abrió la verdadera caja de Pandora. Los estudios empezaron a crear sus propios departamentos de efectos visuales, hasta que estos resultaron demasiado caros para poder mantenerlos, momento en el que empezaron a externalizar el servicio. Esto llevó a que, cuando los directores necesitaban algo fuera de lo común, recurrieran a pequeñas empresas que se iban abriendo camino alimentándose de los jóvenes talentos que salían de las universidades.

En estos últimos 40 años, prácticamente desde la creación de la ILM, el único freno que la creatividad podía encontrar era que todavía no se hubiera inventado la herramienta necesaria. Pero estos escollos no duraban mucho. Si no se encontraba en el mercado lo que se buscaba, eran las propias compañías quienes lo creaban. Esto ha dado lugar a un incremento en la potencia de computación necesaria: se ha

pasado de ordenadores de 2Mb de memoria, a verdaderas granjas de servidores capaces de poner un cohete en la Luna (aunque se conformaban con traer a la vida criaturas prehistóricas o muñecos parlantes).

Y qué decir del Software. Este mundo es bajo demanda y mucho más fácil de crear y modificar. Muchas empresas creaban su propio software con el fin de ajustarlo a sus necesidades sin que tuvieran que enfrentarse a problemas de licenciamiento ni problemas a la hora de modificar el código. Desde Star Wars, donde se trabajaba con programas de animación vectorial, se ha llegado a programas que nos permiten animación facial, movimientos articulados, renderizado de múltiples capas, ...

El límite que se puede poner ahora a los efectos especiales, visuales, CGI o como prefiramos llamarlo va a venir dado, primero por el dinero que se quiera invertir en ello (en muchos casos, se lleva más de $\frac{3}{4}$ partes de los presupuestos de las películas) y, segundo, por la capacidad de mejora en inventiva de los técnicos.

Con la entrada del siglo XXI hemos visto como se utilizaba la inteligencia artificial para poder animar un gran número de personajes en batallas épicas (un claro ejemplo son cualquiera de las batallas del Señor de los Anillos), se ha mejorado muchísimo el proceso de motion capture, desde el atormentado personaje de Gollum a cualquiera de los habitantes del planeta Pandora y, empresas como Disney-Pixar, son capaces de estrenar película nueva cada año, cuando antes, tenías que esperar de 2 a 4 años para poder acudir a un nuevo estreno. Este es un mundo que no va a dejar de evolucionar porque la mente humana no se pone límites.

¿Hacia dónde nos encaminaremos en los próximos años? Esa es una buena pregunta, no creo que la evolución se centre tanto en maravillar con lo que aparece en pantalla, eso ya lo están haciendo película tras película en un proceso continuo de mejora. Creo que los mayores avances vendrán en los soportes en los que veremos el cine:

- ya se está empezando a proyectar en algunos cines con calidad 4K (capaz de proyectar imágenes con una resolución de 8 Megapixels y mucho mayor contraste con los colores).
- Si ahora vamos al cine con nuestras gafas 3D (tecnología que no acaba de despegar salvo en concebidas expresamente para eso), en poco tiempo seremos capaces de entrar con nuestras gafas VR (Virtual Reality) o, incluso, de realidad aumentada. Si a esto le sumamos la tecnología actual de grabación en 360 (por ahora solo disponible en pequeños dispositivos), haría que la experiencia cinematográfica fuera completamente envolvente, haciendo que el espectador formara parte de la película, y quien no ha querido convertirse en un superhéroe o un pirata en los mares del Sur.

Incluso se están reviviendo digitalmente a actores, lo que puede abrir la puerta a la restauración de los grandes clásicos, y quién sabe si en un futuro no muy lejano, se pueda rodar la continuación de Casablanca o El Mago de Oz.

Y ahora, después de haber abierto un poco la puerta a este mundo "secreto" del cine, solo deseamos:

QUE LA FUERZA OS ACOMPAÑE

6 Bibliografía

INTRODUCCIÓN

- Documentación

Título	Enlace
Efectos especiales digitales	http://recursos.cnice.mec.es/media/cine/bloque7/pag6.html
Los efectos visuales digitales en la cinematografía	http://pendientedemigracion.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/cuadern5/isaac.htm
Greatest visual and special effects (F/X) – Milestones in Film	http://www.filmsite.org/visualeffects11.html
History of Visual effects VFX, Computer Graphics, CGI, Computer Graphics	https://www.zauberklang.ch/timeline.php
Visual effects: how matte paintings are composited into film	https://www.rocketstock.com/blog/visual-effects-matte-paintings-composited-film/
Evolution of special and visual effects in film	https://www.timetoast.com/timelines/evolution-of-special-and-visual-effects-in-film
Wikipedia – Efectos especiales	https://es.wikipedia.org/wiki/Efectos_especiales
Media Cine	http://recursos.cnice.mec.es/media/cine/bloque1/index.html
Los comienzos del cine	http://www.uhu.es/cine.educacion/cineyeducacion/comienzoscine.htm
Historia de la Tecnología de la imagen "La imagen en movimiento: El Cine" Autor: Elena Muvies	https://www.slideshare.net/ElenaLB/los-comienzos-del-cine-2702176

- Libros

Título	Enlace
Antecedentes y fundamentos de la integración de objetos sintéticos en escenas reales Autor: Francisco Abad, Emilio Camahort y Roberto Vivó	http://users.dsic.upv.es/~fjabad/research/material/antecedentes.pdf

GRANDES PERSONAJES

- Documentación

Título	Enlace
George Méliès	http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=melies-georges
Wikipedia - George Méliès	https://es.wikipedia.org/wiki/Georges_M%C3%A9li%C3%A8s
George Méliès	http://www.uhu.es/cine.educacion/cineyeducacion/figuras_melies.htm
El mago George Méliès	http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/24/cd/m1_1/el_mago_georges_melis.html
George Méliès - Biography	http://www.imdb.com/name/nm0617588/bio?ref_=nm_ov_bio_sm
Biografía de George Lucas	http://usw.blogcindario.com/2005/10/00137-biografia-de-george-lucas.html
George Lucas	https://www.biography.com/people/george-lucas-9388168
Wikipedia - George Lucas	https://en.wikipedia.org/wiki/George_Lucas
George Lucas - Biography	http://www.imdb.com/name/nm0000184/bio
George Lucas - Biography	http://www.filmmakers.com/artists/lucas/biography/
James Cameron - Biography	http://www.imdb.com/name/nm0000116/bio?ref_=nm_ov_bio_sm
James Cameron - Biography	http://filmmakers.com/artists/biography/james-cameron/index.html
Wikipedia - James Cameron	https://en.wikipedia.org/wiki/James_Cameron
James Cameron - Biography	https://www.biography.com/people/james-cameron-546570

EJEMPLOS DE PELICULA

Star Wars

- Videos

Título	Enlace
How the Masters Used to create VFX for movies	http://nofilmschool.com/2015/01/masters-create-vfx-movies-star-wars-star-trek-ilm
How they did it: Blue screen special effects in the 1980s	https://www.digitaltrends.com/movies/1980s-blue-screen-process/
Star Wars visual Effects, from AT-ATs to Tauntaunts	https://www.youtube.com/watch?v=mllYk7KQe-s
Making Episode IV: the birth of a lightsaber	http://www.starwars.com/video/making-episode-iv-the-birth-of-a-lightsaber
Behind the scenes of Star Wars: the original trilogy ILM special effects makers	https://www.youtube.com/watch?v=85MK2GDkoxo
Como se hizo la Guerra de las Galaxias	https://www.youtube.com/watch?v=5Fr6MuZoeFM
Documentales sobre la trilogía "La Guerra de las Galaxias" de Jamie Benning	http://cinelibreonline.blogspot.com.es/2014/11/documentales-sobre-la-trilogia-la.html
Making of the computer graphics for Star Wars	http://www.retrothing.com/2008/04/star-wars-prehi.html

- Documentación

Título	Enlace
'Star Wars' Legacy II: An architect of Hollywood's greatest deal recalls how George Lucas won sequel rights	http://deadline.com/2015/12/star-wars-franchise-george-lucas-historic-rights-deal-tom-pollock-1201669419/
The Star Wars Connection	http://chicagotonight.wttw.com/2013/05/23/star-wars-connection
Digital Tools	http://vfxhq.com/tools/index.html
5 technical breakthroughs in Star Wars that changed movies forever	https://editorial.rottentomatoes.com/article/5-technical-breakthroughs-in-star-wars-that-changed-movies-forever/
The secrets behind Star Wars special effects	http://www.creativeblog.com/3d/secrets-behind-star-wars-special-effects-11514064
How Star Wars changed the special effects industry	https://www.theneweconomy.com/business/how-star-wars-changed-the-special-effects-industry
The 5 most grueling Star Wars visual effects	http://www.starwars.com/news/the-5-most-grueling-star-wars-visual-effects
American Society of cinematographers → Star Wars	https://theasc.com/magazine/starwars/
The corridor of LucasFilm #4 – Howard Anderson Optical Printer	https://jasonrmsmith.wordpress.com/2015/05/19/the-corridors-of-lucasfilm-4-howard-anderson-optical-printer/

Fxphd: The role of the Optical Printer	https://www.fxguide.com/featured/fxphd-the-role-of-the-optical-printer/
20 curiosidades poco conocidas de la primera película de Star Wars	https://hipertextual.com/2015/12/20-curiosidades-star-wars-a-new-hope
Thinking in pictures	https://www.scientificcomputing.com/article/2011/11/thinking-pictures
How the "Star Wars" lightsaber was designed	https://www.fastcodesign.com/3028505/how-the-star-wars-lightsaber-was-designed
How does a Star Wars lightsaber work?	http://entertainment.howstuffworks.com/question171.htm
How blue screen work	http://entertainment.howstuffworks.com/blue-screen.htm
Wikipedia - VistaVision	https://es.wikipedia.org/wiki/VistaVision
John Dyktra intergalactic Man of Magic Part 1	https://propstore.com/john-dyktra-intergalactic-man-of-magic-part-1/

- Libros

Titulo	Enlace
The making of Star Wars (Enhance Edition) Autor: J.W. Rinzler	https://books.google.es/books?id=2UoPAAAAQBAJ&pg=PT34&lpg=PT34&dq=rotoscoping+star+wars+1977&source=bl&ots=WIEpSVqrZc&sig=5fEaXVBWN2VLGxsMZpCrEjD-nl&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjouLGDnurRAhXMyRoKHW8DBI4ChDoAQg2MAQ#v=onepage&q=rotoscoping%20star%20wars%201977&f=false
The digitization of cinematic visual effects: Hollywood's coming of Age Autor: Rama Venkatasawmy	https://books.google.es/books?id=tg2ix9VD_-sC&pg=PA134&lpg=PA134&dq=dykstraflex+computer&source=bl&ots=xwsxzB5gk1&sig=P_BwXX-3Gp0VPPFakQ5TcgfNeUA&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjF5K_c5uLRAhVFthQKHfRfAhYQ6AEIUTAK#v=onepage&q=dykstraflex%20computer&f=false
Professional Digital Compositing: Essential Tools and Techniques Autor: Lee Lanier	https://books.google.es/books?id=FLVQaQMv9M4C&pg=PT337&lpg=PT337&dq=rotoscoping+star+wars+1977&source=bl&ots=VRVoldRvpz&sig=iTvXKKLEOPdkPrhvW8Bu01VqlKU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi01-vxnerRAhUZM8AKHZoLA-gQ6AEIYzAN#v=onepage&q=rotoscoping%20star%20wars%201977&f=false

Tron

- Videos

Titulo	Enlace
My work in Tron 1982	https://vimeo.com/15995407
Tron – Making of	https://www.youtube.com/watch?v=lKx4OveoYJ4
The making of Tron – Birth of Computer Animation	https://www.youtube.com/watch?v=ZGQUvKtTZdg
Making of Tron (original)	https://www.youtube.com/watch?v=of-IF7R-fgo

- Documentación

Titulo	Enlace
The making of Tron	http://www.atariarchives.org/cap/showpage.php?page=125
Mathematical Applications Group, Inc	http://tron.wikia.com/wiki/Mathematical_Applications_Group,_Inc
Wikipedia – Information Internacional, Inc	https://en.wikipedia.org/wiki/Information_International,_Inc
MAGI Synthavision & Tron Disney	http://computergraphmuseum.free.fr/magi.htm
Original Tron	http://www.cgw.com/Press-Center/Web-Exclusives/2011/Original-TRON.aspx
Tron (1982) – The cult movie visual effects	https://fronteffects.wordpress.com/2014/04/17/tron-1982-the-cult-movie-visual-effects-seen-through-interviews-with-harrison-ellenshaw-and-chris-casady/
Putting the Original Tron's Special Effects Together	http://www.tested.com/art/movies/520562-putting-original-trons-special-effects-together/
Visual Maths: A brief history of CGI	https://wail.es/visual-maths-a-brief-history-of-cgi/
Wikipedia – Tron	https://en.wikipedia.org/wiki/Tron
Special Effects are revolutionizing film	http://www.nytimes.com/1982/07/04/movies/special-effects-are-revolutionizing-film.html?pagewanted=all
Films that revolutionized Computer Graphics	https://www.lifewire.com/films-that-revolutionized-computer-graphics-1971

- Libros

Titulo	Enlace
Creative Computer Graphics	https://books.google.es/books?id=-5ROqGkUqqUC&pg=PT105&lpg=PT105&dq=making+of+tron&source=bl&ots=CdKFrGDflu&sig=XVjnbHKr5k3G2CAGIJEg_YOQ8NE&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjUqPzU7grTAhXLgVQKHb4tCvk4ChDoAQhEMAQ#v=onepage&q=making%20of%20tron&f=false
Moving innovation: A history of	https://books.google.es/books?id=WOwyR

Computer Animation	nZ1oxoC&pg=PA151&lpg=PA151&dq=digital+effects.+inc+tron&source=bl&ots=YSjsVU8r7&sig=ek0fzkdSO-u2DQB_omKDguAAuH0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjHvKHjsvfTAhVCTBoKHUv6AhEQ6AEITTAG#v=onepage&q=digital%20effects%2C%20inc%20tron&f=false
--------------------	---

Parque Jurassico

- Videos

Titulo	Enlace
Jurassic Park: Making of the full-size T-Rex Sculpture	https://www.comicbookmovie.com/sci-fi/jurassic_park/jurassic-park-making-of-the-full-size-t-rex-sculpture-video-a71368
Jurassic Park T-Rex: Building an animatronic dinosaur	https://www.stanwinstonschool.com/blog/building-jurassic-park-t-rex-animatronic-dinosaur#
The making of Jurassic Park	https://wn.com/the_making_of_jurassic_park
Making of VFX Jurassic Park	http://www.iamag.co/features/making-of-vfx-jurassic-park/

- Documentación

Titulo	Enlace
20 things you might not know about Jurassic Park	http://mentalfloss.com/article/49904/20-things-you-might-not-have-known-about-jurassic-park
Wikipedia – Jurassic Park	https://en.wikipedia.org/wiki/Jurassic_Park_(film)
Welcome (back) to Jurassic Park	https://www.fxguide.com/featured/welcome-back-to-jurassic-park/
How 4 minutes of CGI Dinosaurs in 'Jurassic Park' took a year to make	http://www.businessinsider.com/how-cgi-works-in-jurassic-park-2014-7
Behind the scenes	http://www.lost-world.com/Lost_World02/Jurassic_Park.Site/Behind.html
Dinosaur Input Device	http://graphics.pixar.com/library/DinoInputDevice/paper.pdf
A comparison of 3D Camera Tracking Software	http://muscleeyes.com/docs/Sasha_Mirpour_3D_Camera_Tracking.pdf
Brian Knep → Special Effects	http://www.blep.com/rd/special-effects/
Resurrecting the Dinosaurs: the special effects of Jurassic Park	https://jeddong.wordpress.com/tag/jurassic-park/
Spielberg finds a way: 9 uncanny facts about the making of Jurassic Park	http://io9.gizmodo.com/spielberg-finds-a-way-9-uncanny-facts-about-the-making-1710645537

Industrial Light&Magic	http://www.ilm.com/vfx/jurassic-park/
Jurassic Park's VFX legacy still casts a Shadow	https://arstechnica.com/the-multiverse/2015/06/even-for-a-sequel-20-years-removed-jurassic-parks-vfx-casts-a-legendary-shadow/
Hollywood: Jurassic Park	http://www.sgistuff.net/funstuff/hollywood/jpark.html
You'll never guess how the dinosaur sounds in Jurassic Park were made	http://www.vulture.com/2013/04/how-the-dino-sounds-in-jurassic-park-were-made.html

- Libros

Titulo	Enlace
Computer Graphics Autor: Rajiv Chopra	https://books.google.es/books?id=zTFPF3uN7ecC&pg=PA589&lpg=PA589&dq=enveloping+software+jurassic+park&source=bl&ots=l7FYsYoMN1&sig=du3K62hLd2_a4NYGcVHuszAnlb8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQsJLol67UAhVGthoKHamTC_8Q6AEIMjAA#v=onepage&q=enveloping%20software%20jurassic%20park&f=false
Popular Science – November 1993	https://books.google.es/books?id=3oRpYBVRP7wC&pg=PA90&dq=envelope+software+jurassic+park&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQqrvWoK7UAhWC7hoKHbgnCWsQ6AEIMDAB#v=onepage&q=envelope%20software%20jurassic%20park&f=false
Advance RenderMan: Creating CGI for Motion Pictures Autor: Anthony A. Apocada, Larry Gritz, Ronen Barzel	https://books.google.es/books?id=6_4VaJiOx7EC&pg=PA14&lpg=PA14&dq=renderman+jurassic+park&source=bl&ots=cr4rTRLMG0&sig=ujXF1KFqGNn0EoDgzpL48-DFY5Y&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiUrLPPy67UAhUCuhoKHaBfDUsQ6AEITzAI#v=onepage&q=renderman%20jurassic%20park&f=false
Sound for Picture: Film sound through the 1990s Autor: Tom Kenny	https://books.google.es/books?id=oNSSw01Rlw0C&pg=PA58&lpg=PA58&dq=dts+jurassic+park&source=bl&ots=BCZzKGvit7&sig=y5f7DWG5JaJSV1vI-RhsOa0pq-k&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjB6OCU267UAhVqD8AKHbv6DNU4ChDoAQhxMAK#v=onepage&q=dts%20jurassic%20park&f=false

Toy Story

- Videos

Titulo	Enlace
The making of Toy Story	https://www.youtube.com/watch?v=1VdERcRJ3jI

- Documentación

Titulo	Enlace
Toy Story, 20 years later: how Pixar made its first blockbuster	https://www.theverge.com/2015/3/17/8229891/sxsw-2015-toy-story-pixar-making-of-20th-anniversary
How 'Toy Story' changed the face of animation, taking off 'like an explosion'	http://www.latimes.com/entertainment/movies/la-et-mn-toy-story-anniversary-20150930-story.html
How Toy Story Changed movie history	http://time.com/4118006/20-years-toy-story-pixar/
The Disney Wiki – Toy Story	http://disney.wikia.com/wiki/Toy_Story
Production begins on Toy Story	http://www.history.com/this-day-in-history/production-begins-on-toy-story
Art and Technology at Pixar, from Toy Story to today SIGGRAPH ASIA 2015 Course Notes	https://graphics.pixar.com/library/SigAsia2015/paper.pdf
The Toy Story Story	https://www.wired.com/1995/12/toy-story/
Toy Story and CGI	https://community.spiceworks.com/topic/412181-this-week-in-history-toy-story-and-cgi
Toy Story	http://deepfocusreview.com/definitives/toy-story/
Toy Story; A triumph of animation	http://excelsior.biosci.ohio-state.edu/~carlson/history/tree/related%20materials/08stry1.html
Toy Story	http://wiki.kidzsearch.com/wiki/Toy_Story
Sun Goes to Hollywood	http://sunsite.uakom.sk/sunworldonline/swol-11-1995/swol-11-pixar.html
How Pixar saved Toy Story from becoming a Disney disaster	http://deadline.com/2013/12/exclusive-book-cg-story-pixar-toy-story-disney-disaster-648971/
InformationAge – Febrero 1996	https://www.acs.org.au/content/dam/acs/50-years/magazines/information-age/IA-199602.pdf

- Libros

Titulo	Enlace
To Infinity and Beyond!: The story of Pixar Animation Studios Autor: Karen Paik	https://books.google.es/books?id=-UHNCGAAQBAJ&pg=PA227&lpg=PA227&dq=enderman+jurassic+park&source=bl&ots=vNCyLQESso&sig=SGrV1FM8N58slbJmqFmWZ2ECnBM&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiUrLPPy

	67UAhUCuhoKHaBfDUsQ6AEIcDAN#v=onepage&q=renderman%20jurassic%20park&f=false
Animation: A world History; Volume III: Contemporary Times	https://books.google.es/books?id=dZvhCgAAQBAJ&pg=PA15&lpg=PA15&dq=making+of+toy+story+1995&source=bl&ots=7tQ9RuTi4H&sig=AjIEMk_KowJU_mRACHVTDx6PjZI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjOvuaEgrnUAhXLVRoKHc_1BXY4PBDoAQhQMAY#v=onepage&q=making%20of%20toy%20story%201995&f=false