

# ICONOS

Instituto de Investigación en Comunicación y Cultura

## *Captura de Movimiento a Bajo Costo*

### TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN COMUNICACIÓN CON MEDIOS VIRTUALES

PRESENTA:

Lic. Samuel Alejandro Olmedo Sabater

ASESOR:

Rosa Elena Vargas Velasco

CIUDAD DE MÉXICO

2019-07-03

RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL DE ESTUDIOS DE LA SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA SEGÚN ACUERDO NO. 2005625 DE FECHA 22 DE  
SEPTIEMBRE DE 2005. Clave 2012

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

1	Captura de Movimiento	
1.1	Captura de Movimiento	19
1.2	Antecedentes	21
1.3	Cronología de la Captura de Movimiento	27
1.4	Tipos Sistemas de Captura disponibles	28
1.4.1	Sistemas Ópticos	29
1.4.1.1	VICON	31
1.4.1.1.1	Captura facial y corporal	40
1.4.2	Sistema Magnético	46
1.4.3	Sistema Mecánico	49
1.4.4	Sistema Ultrasónico	52
1.4.5	Sistema Inercial	53
1.4.6	Sensores de Movimiento	54
1.4.6.1	Kinect 360	55
1.4.6.2	Kinect ONE	55
1.4.6.3	Kinect Developer	55
1.4.6.4	Programas para Kinect	56
1.4.6.4.1	Brakel Pro Body	57
1.4.6.4.2	iPi Soft	59
1.4.7	Frame by frame: Técnica de animación	61
1.4.8	Sistema de Captura de Movimiento Casero	64
1.5	MotionBulder	66
1.6	¿Es posible construir un Sistema de Captura?	71
1.7	Diferencias entre Sistemas de Captura	73
1.8	Tabla Comparativa entre Sistemas de Captura	75
2	Detrás de Cámaras	79
2.1	Preproducción	85
2.1.1	Script	87
2.1.2	Storyboard	87
2.1.3	Short list	88
2.1.4	Animatic	89
2.1.5	Talento	89
2.1.6	Marcadores	89
2.1.7	Volumen de Captura	90
2.2	Conocimiento básico para realizar una Captura	91
2.3	Producción	96
2.3.1	Blade	97
2.3.1.1	¿Cuántos huesos se deben usar?	100
2.3.2	CARA Live & Post	102
2.3.3	Kinect	105
2.3.4	Brakel Pro Body	106
2.3.5	iPi Soft	109
2.3.6	Captura Artesanal	110
2.3.7	Sistema de Captura de Movimiento Casero	113
2.3.8	¿Cómo hacer un Sistema de Captura de Movimiento Casero?	114
2.3.9	Caracterización	118
2.4	Postproducción	120

3	Optimizar los Procesos .....	129
3.1	Sistemas de Captura de Bajo Costo .....	131
3.2	Alternativas entre Procesos .....	134
	3.2.1 Autodesk Character Generator .....	137
	3.2.2 MIXAMO Adobe .....	139
3.3	Comparación entre herramientas .....	141
3.4	Tabla comparativa entre Sistemas de Captura .....	142
3.5	Propuesta .....	144
3.6	Áreas de oportunidad al utilizar Sistemas de Captura .....	148
3.7	Empresas dedicadas a la Captura de Movimiento .....	151
	Conclusión .....	155

# INTRODUCCIÓN

Hace una década, aprender a usar cualquier *Sistema de Captura de Movimiento* podría tomar más de dos semanas de entrenamiento intensivo y un poco más para su especialización, pero hoy en día gracias a la tecnología, las redes sociales e Internet para la distribución de material y su consulta es más rápida.

El objetivo de este documento es recabar información sobre la *Captura de Movimiento*, para hacer la comparativa entre el Sistema de VICON y los sensores de videojuegos, posicionados en el mercado con ayuda de diferentes herramientas gratuitas, como complemento en MotionBuilder (MB) y VICON [Blade](#), además de usar el Kinect para poder desarrollar un *Sistema de Captura de Movimiento a Bajo Costo*, PS3 EYES y de manera manual (*Frame by Frame = fotograma por fotograma*) se usa un programa llamado After Effects. Para este proyecto se usan las versiones de estudiante que son totalmente gratuitas, como: [Maya](#), [MotionBuilder](#) (MB), [Match Mover](#) de [Autodesk](#), [iPi Soft](#), [Brekel Pro Body](#), [Tracksperanto](#) aplicación y [After Effects](#) de [Adobe](#), el único de pago de forma opcional.

Una captura con un sistema de 12 cámaras como VICON Blade tiene un costo aproximado de \$ 2,088,119.<sup>04</sup> MXN (155,366.<sup>00</sup> USD la compra del sistema se realizó en el año 2012), si se arma un *Sistema de Captura de Movimiento* personal con cámaras de PS3 EYES con un costo \$ 89,000.<sup>00</sup> MXN, el *Sistema de Captura* con un *Sensor Kinect 360* de \$ 35,760.<sup>00</sup> MXN, *Kinect ONE* de \$ 36,199.<sup>00</sup> MXN y el costo de un *Sistema Casero* con cámaras

DSLR tiene un costo de \$ 34,500.<sup>00</sup> MXN (tipo de cambio de dólar \$ 13.447000 - diario oficial de la federación 12-05-2012).

El rango de precios entre un sistema profesional y un sistema personal tiene gran diferencia económica entre ellos, a partir del presupuesto que uno puede contar como estudiante o egresado no es costoso.

Dentro de las siguientes tablas se puede observar los costos y los equipos, la diferencia que hay entre los cinco *Sistemas de Captura* ya antes mencionados. A continuación, se muestran las cotizaciones de los sistemas de captura, así mismo es como se plantearán a lo largo del desarrollo de este documento.

### Sistema de Captura VICON

VICON BLADE		
Artículo	Cantidad	Precio
Cámaras VICON	12	\$ 17,500.00
Gigabites	2	\$ 10,500.00
VICON Blade v.1.7.2	1	\$ 19,500.00
Computadora	1	\$2,405.00
Monitores	2	\$ 300.00
Software Maya Autodesk	1	\$ 0.00
Locación	1	\$ 0.00
Z-suit MED kit	1	\$ 1,270.00
Motion Capture Boot	2	\$ 51.00
Cámara cables	12	\$ 125.00
Soft Marker	53	\$ 10.80
Five point Calibrate Wand	1	\$ 1,060.00
Microsoft keyboard	1	\$ 30.00
Microsoft mouse	1	\$ 15.00
Heavy-Duty Trípode -Manfrotto	12	\$ 615.00
<b>Total, USD</b>		\$ 155,366.00
<b>Total, MXN</b>		\$ 2,088,119.04

Tabla 1. Cotización del sistema de captura con cámaras T040 y BONITA.

Con la descripción pasada se puede realizar *Capturas de Movimiento* como una producción profesional, para poder usar el sistema es recomendable 4 cámaras, en este sistema se está utilizando 9 cámaras T040, 3 VINTAGE y 1 Bonita.

## Sensores de Movimiento

Microsoft Kinect 360			Microsoft Kinect ONE		
Artículo	Cantidad	Precio	Artículo	Cantidad	Precio
Kinetic Microsoft	2	\$ 3,200.00	Kinetic Microsoft	2	\$ 3,200.00
KinectDeveloperToolkit v1.8.0	1	\$ 0.00	KinectDeveloperToolkit v2	1	\$ 0.00
KinectRuntime v1.8	1	\$ 0.00	KinectRuntime v2	1	\$ 0.00
KinectSDK-v1.8-Setup	1	\$ 0.00	KinectSDK-v2-Setup	1	\$ 0.00
Adaptador PC-Kinect	2	\$ 180.00	Adaptador PC-Kinect	1	\$ 799.00
Computadora	1	\$ 27,000.00	Computadora	1	\$ 27,000.00
TV SAMSUNG	1	\$ 2,000.00	TV SAMSUNG	1	\$ 2,000.00
Software Maya Autodesk	1	\$ 0.00	Software Maya Autodesk	1	\$ 0.00
Unity Pro	1	\$ 0.00	Unity Pro (opcional)	1	\$ 0.00
Locación	1	\$ 0.00	Locación	1	\$ 0.00
<b>Total</b>		\$35,760.00	<b>Total</b>		\$36,199.00

Tabla 2. Cotización de sistema de sensores de captura.

Realizando una producción con la descripción de la tabla 2, se puede obtener resultados sorprendentes con un costo menor a el sistema profesional de VICON.

Utilizando elementos de videojuego y una computadora *Raspberry* o PC de gama media.

## Sistema Casero

Sistema Casero PS3		
Artículo	Cantidad	Precio
PS3	6	\$ 5,500.00
Marcas fluorescentes	53	\$ 25,000.00
Velcro	1	\$ 200.00
Computadora <i>Raspberry</i>	1	\$ 27,000.00
TV SAMSUNG	1	\$ 2,000.00
Software Maya Autodesk	1	\$ 0.00
Open Source para Trackeo	1	\$ 0.00
Locación	1	\$ 0.00
tripee	6	\$ 300.00
<b>Total</b>		\$ 89,000.00

Tabla 3. Cotización del sistema de captura casero a bajo costo.

Al utilizar las cámaras *PS3 EYES* con los complementos con MB facilitan la captura y manipulación de datos, muy similar al utilizar los sensores de Microsoft.

De esta manera el usuario puede determinar con base a los costos qué sistema es viable para elaborar su proyecto y su facilidad de adquisición.

Los procesos entre un sistema y otro son muy similares, la diferencia entre ellos radica en sus procesos de captura, los algoritmos con los que cuentan los sistemas profesionales son más robustos a comparación de los sensores de entretenimiento que se emplean en esta investigación.

La dificultad de estas aplicaciones puede presentarse a partir del conocimiento que se tenga del entorno del programa y del ambiente 3D. Son procesos especializados, largos y muy exactos con los cuales se comparan las capturas realizadas con los diferentes sistemas, su ensamble de escena y la limpieza de *frames* con errores.

Las grandes producciones son muy costosas, sus métodos son muy sofisticados y especializados en áreas como *VFX*, *MoCap*, *Rotoscopia* y *Trackeo*, por mencionar algunos.

El documento se encuentra dividido en dos secciones, la primera parte es de tres capítulos donde se explica la historia, desarrollo y comparación entre los diferentes sistemas con los que se puede crear una captura de movimiento. La segunda parte está conformada de cuatro manuales detallados sobre *Captura Corporal*, *Captura Facial* y el desarrollo de un sistema de captura a bajo costo propio.

El objetivo del primer capítulo Es adentrar al lector en la historia de la captura de movimiento y así, mostrar la forma de trabajar entre los sistemas y sus necesidades para desarrollar una captura, la información que se consultó fue la documentación oficial de cada programa y *hardware* que se utilizarán en este proyecto.

El objetivo particular del segundo capítulo es dar un paseo detrás de cámaras para dar una idea de los procesos que se realizan en toda *Producción*, llámese Videojuego, Video Musical, Serie, Animación, película, etc.; se expondrá la similitud en los procesos de captura de los programas mencionados anteriormente, se realizará la evaluación del



potencial de cada una de las técnicas a exponer, como proyecto de trabajo y proyecto final, como la animación al 100%.

El tercer capítulo tiene como objetivo, Exponer un resumen de las herramientas que optimizan los pasos a los usuarios para la manipulación de una captura con un modelo propio y sin esqueleto, se expondrá la similitud entre los programas. Además, de aplicar el conocimiento para desarrollar *un Sistema de Captura de Movimiento a Bajo Costo*.

La finalidad es dar las características necesarias para realizar *una Captura de Movimiento* con los diferentes sistemas que se mencionan y la creación de *un Sistema de Captura de Movimiento a Bajo Costo*.

La segunda parte se divide en 5 manuales y que es totalmente práctica.

Captura Corporal: Blade v3.4. En este manual se explica la forma de realizar el marcaje de un *Actor MoCap*, la técnica correcta para nombrar los marcadores a referencia de la *Nomenclatura* recomendada para una compatibilidad con MotionBuilder.

Captura Facial: CARA Live y CARA Post. En este apartado se describe el uso de los dos programas que se tienen que usar al momento de manipular el Sistema de *Captura Facial* de VICON Live encargado de toda la captura de *Actores*, y Post, todo el procesamiento de datos para su exportación a MB.

Brekel Pro Body: Programa especializado en *la Captura de Movimiento* a través de *un Sensor*, contando con diferentes programas para llevar a

cabo las capturas de las diferentes extremidades corporales, como: facial, manos y cuerpo.

iPi Soft: Es una herramienta, la cual ayuda a *Trackear* los movimientos de un *Actor* con *Sensores de Movimiento*, y con la posibilidad de utilizar *multi sensores* como: *Kinect 360, ONE y Developer*, al igual que cámaras *PS3* y el mando *MOVE* para llevar a cabo la calibración.

*Frame by Frame*: La principal característica que tiene esta técnica es la combinación de la animación *Frame by Frame* con ayuda de los controladores, de igual manera, al modelo caracterizado se le aplica la animación de la misma escena.

Creación de un Sistema de captura a Bajo Costo. En este fragmento se describe de forma detallada como armar *un Sistema a Bajo Costo*, con *hardware* de videojuegos, una *Raspberry* como computador y cámaras *PS3 EYES*.

MotionBuilder: Programa gratuito para uso de estudiantes y profesores, para el desarrollo de buenas prácticas en el ensamble de escenas, del cual en este manual se recomienda el uso de una técnica en particular y estandarizada para su uso y compatibilidad con otros programas.

Basado en esto, se realizan prácticas para entender el funcionamiento del programa *VICON BLADE 1.7.2, 3.1 y 3.4, CARA, iPi Motion Capture, Brekel Pro Body, el Trackeo con Marker (marcas)*, con ellos se animaron los diferentes modelos propios como *Clara, Valentín, Zoley de Character*

*Generator* y *MIXAMO*, para realizar la comparativa en *MotionBuilder (MB)* y así poder mostrar los resultados de forma independiente.

Se accedió a las guías oficiales, capacitaciones y recomendaciones de compañeros especialistas en distintas áreas de la animación, tales como: *en el modelado de personajes, Tracking de escenas, Rotoscopia* y en la creación profesional de esqueletos.

En una sesión de *Captura de Movimiento* se captan solamente los movimientos de los *Actores*, los datos se trasladan a un esqueleto mediante un programa para que se ejecuten las mismas acciones que realiza el *Actor*.

Los movimientos de la cámara cinematográfica también pueden ser capturados para posteriormente hacer coincidir su posición real con la *cámara virtual*, a esto se le denomina "*camera Tracking*<sup>1</sup>". (Adictos al trabajo 6)



*Imagen 1. Ejemplo del modelo, con el Sistema de Captura y en pantalla de MB.*

A continuación, se muestran unos ejemplos muy importantes para el desarrollo de este documento ya que vemos la magnitud y potencial del

---

<sup>1</sup> El movimiento de Dolly o Tracking se puede hacer sobre vías, sobre ruedas o sobre una slider.

*hardware* en cuestión con ayuda de las nuevas tecnologías que se encuentran en otras áreas, como el entretenimiento.

*"En la [UNAM](#), CDMX, se realizó un sistema de captura de movimiento propio, por medio de cámaras fotográficas tipo Réflex DSLR, con marcadores florecientes sobre el personaje, se usa un traje con velcro, un programa desarrollado por ellos mismos para el Trackeo y posteriormente realizaron un tratamiento digital para interpretar los movimientos."*



*Imagen 2. Herramientas que se usarán en este documento.*

*"Más de tres mil efectos especiales y sofisticados métodos de Captura de Movimiento y las nuevas cámaras de visión estereoscópica fueron creadas por James Cameron, para hacer realidad un sueño: en la película "Avatar", James, ha convertido su sueño en realidad junto a la Productora de Welta Digital y la empresa Stan Winston Studio."*

Los dos párrafos anteriores, son ejemplos significativos que proyectan el potencial de estas herramientas que nos ayudan con la implementación de *Gadgets* para complementar su calidad, estabilidad y optimizar tiempos en los procesos.

Así mismo, la falta de información nos trajo a realizar este documento donde concentraremos toda la investigación, se empieza por la historia, propuestas de manejo de algunos sistemas de captura, diferentes opciones entre programas y *hardware*, al igual que enumerar algunas actividades donde se le da uso a esta nueva herramienta.

Expuesto el análisis del problema con el que se inició la investigación, este se presenta en el momento que un alumno no cuenta con el conocimiento necesario para enfocarse en el área a la que se quiere dedicar, es muy difícil decidir la especialidad del estudiante en una sola área por la variedad de elementos que se encuentran dentro del mismo campo de la animación.

Nos comenta el equipo de VICON que los conocimientos básicos con los que se debe de contar para realizar *una Captura de Movimiento* son los siguientes:

- Conocer la interfaz del programa 3D
- Calibrar área de trabajo
- *Set-up Actor*
- Limpieza de captura forzosa

Se utilizan programas que facilitan el desarrollo, como es el caso de [Autodesk Generator](#) y [Adobe MIXAMO](#), donde ya nos generan modelos.



*Imagen 3. Logos Character Generator y Adobe MIXAMO.*

## Capítulo I. Captura de Movimiento

El objetivo de este capítulo es adentrar al lector en la historia de la captura de movimiento y así, mostrar la forma de trabajar entre los sistemas y sus necesidades para desarrollar una captura, la información que se consultó fue la documentación oficial de cada programa y *hardware* que se utilizarán en este proyecto.

Como punto a destacar, se describe el proceso de construcción de un ***Sistema de Captura de Movimiento Casero a Bajo Costo***, donde se dará a conocer el material, desarrollo y una corta guía para llevarlo a cabo.

Se dará la comparativa entre más técnicas y para concluir, se presentará una opinión profesional del mismo proyecto, en el que se exponen algunas de las más importantes empresas que dan servicio a producciones internacionales, estudios en deporte, en medicina y en entrenamiento militar.

*La Captura de Movimiento*, es una técnica que mediante el posicionamiento de sensores en puntos clave del cuerpo tanto para bípedos o cuadrúpedos, como su nombre lo dice, captura los movimientos de éste al tiempo que son grabados y los traslada a un

modelo digital, esto permite recrear los movimientos de un ser vivo de manera mucho más realista en un entorno virtual. (Game Dic 1)

Por lo anterior, en este capítulo se podrá analizar detalladamente el entorno de *la Captura de Movimiento*, se presenta la historia desde su aparición, se explican los pasos para la *Captura Corporal* y *Facial*, así mismo, se muestra el flujo de trabajo de forma simplificada entre los sistemas de captura tales como VICON Blade, CARA, Kinect, Brekel Body Pro, iPi Soft, la técnica del Trackeo y de forma manual.

Para poder desarrollar una captura amigable y entender su entorno, es recomendable distribuir la interfaz del programa al gusto, de igual forma se debe tener conocimiento de la anatomía humana para comprender el comportamiento del movimiento de las extremidades del cuerpo, en las cuales se colocarán los marcadores que serán capturados e interpretados, y en conjunto mostrar el movimiento realizado por el *Actor*. Para realizar el ensamble se utilizará MotionBuilder *(MB)* por la compatibilidad y bidireccional con los programas descritos en el documento.

A continuación, se muestra un poco de la historia de *la Captura Movimiento*, su definición, sus conceptos, sus diferentes sistemas de *Captura Corporal* y *Facial*, así como las áreas de oportunidad de cada uno de ellos en la actualidad.

Se muestra el flujo de trabajo de producción con tres sistemas de captura diferentes. El primero es para la *Captura Facial*, el segundo es para la *Captura Corporal*, ambos usando los programas de VICON, y el tercero es el uso de sensores de movimiento de Microsoft con los *hardware* antes mencionados.



## 1.2 Antecedentes

Las tecnologías que se han desarrollado hoy en día son producto de las necesidades en los ámbitos médicos, militares y científicos; por lo que los avances tecnológicos de *Motion Capture (MoCap)* no son la excepción.



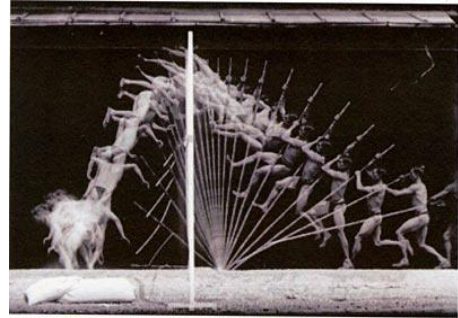
En los días en que se popularizó este proceso de registro de movimiento, estuvo a la par la innovación computacional; pero esta idea estuvo presente muchos años atrás, antes de la actual era tecnológica. *La Captura de Movimiento* es más utilizada en el ámbito del entretenimiento, en el cual, el actor realiza movimientos con un traje específico con marcas fluorescentes que permiten el *Trackeo* del movimiento del objeto a través de cámaras ubicadas en diversos puntos del set; con la finalidad de crear personajes sobrenaturales sin perder la esencia de los movimientos originales del *Actor*, desde este punto empieza la etapa experimental de la animación.



Como parte importante de los antecedentes, cabe destacar la aportación del famoso médico francés, Étienne Jules Marey, quien se distinguió por sus descubrimientos en medicina experimental y fotografía. Por el año de 1864 aproximadamente, fue que tuvo sus

primeras aportaciones en cuanto a la medicina, casi a la par comenzó con el estudio del movimiento en aves e insectos, para esto se basó en la técnica que consistía en registrar sobre papel o en negativo lo que los sujetos que estaban en movimiento actuaban, a esto se le conoce como método gráfico. Este experimento lo llevó a otro más, denominado *cronofotografía*. (FotoNostra 3)

Con la cronofotografía consigue plasmar la relación entre tiempo y espacio; con su afán de entender esto y de capturar el movimiento de las aves, logra capturar la secuencia de movimientos del salto de un ser humano y de un caballo. En 1874,



gracias al perfeccionamiento que empleó en un experimento de Jules Janssen, fue que creó el famoso *Rifle fotográfico*, con el cual se logró que pudiera ser capturado el movimiento de casi cualquier cosa, crean casi 12 imágenes por segundo. Años después sustituyó este invento por una *cámara de cronofotografía*<sup>2</sup>.

Aunque compartía los mismos intereses con Edward Muybridge, quien también tuvo aportes importantes en la fotografía, no estaba de acuerdo del todo con la forma de llevar a cabo sus métodos, aun así, ambos utilizaron el famoso experimento del caballo. (Tecnología obsoleta 3)

Por otro lado, Wavefront Technologies desarrolló y marcó el primer programa de animación 3D comercial en 1985, en esos años fue un éxito ya que no existían varios programas con los que se cuentan hoy

---

<sup>2</sup> MAREY films XV animals, birds <https://www.youtube.com/watch?v=LKINZSnkvsq>

MAREY films IX insects -<https://www.youtube.com/watch?v=Zd7-oWFfb30>

en día, surgieron animaciones como *Fling Logo* y comerciales de televisión; el más popular fue *Brilliance* o *Sexy Robot* por Robert Abel and Associates que se transmitió en el Super Bowl de 1985.

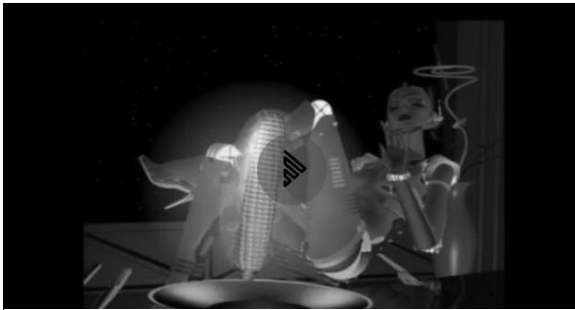


Imagen 4. *Brilliance (Sexy Robot)*.

Su manera de captar el movimiento fue única puesto que pintaron puntos negros en una articulación, de una mujer como modelo y fotografiaron su acción sobre un taburete giratorio desde múltiples ángulos. El producto final fue una pieza innovadora y se considera un éxito en la historia de CGI. Mientras que [Brilliance](#) fue la primera aplicación exitosa de la tecnología *MoCap* en CGI, pero al reproducir esta técnica en la película llamada *Total Recall* fue un intento fallido, ya que fue imposible igualar la técnica.

El siguiente suceso importante del tema de *captura de movimiento* fue realizado en 1990 por Metrolight Studios para producir efectos en la película de ciencia ficción protagonizada por Arnold Schwarzenegger y Sharon Stone. Se usó *MoCap* en la escena donde el personaje de Schwarzenegger atraviesa una gran máquina de rayos X de seguridad del aeropuerto. Un equipo de Metrolight siguió al instructor del operador mientras capturaba las actuaciones de Schwarzenegger y otros artistas; sin embargo, Metrolight nunca recibió datos utilizables y tuvo que dejar de usar la técnica de captura de movimiento para la escena.



Imagen 5. Schwarzenegger atraviesa una gran máquina de rayos X de seguridad del aeropuerto.

En los años 90s comenzó a popularizarse esta tecnología en videojuegos como *Highlander: The Last of the MacLeods*, en 1995 para Atari Jaguar y en películas como *Titanic*, en la que se necesitaron cientos de personajes digitales. Más tarde se usaría en la película *Star Wars: Episodio I- La amenaza fantasma* y en personajes como Jar-Jar Binks. Justo en el segundo año del presente siglo, se realizó la primera película en ser completamente dirigida con la técnica de captura de movimiento, esta fue *Final Fantasy: Espíritu en nosotros*, por Hironobu Sakaguchi que también fue la primera en usar personajes CGI fotorrealistas; lamentablemente, no tuvo éxito en taquillas a diferencia de lo que sucedió el siguiente año, donde saldría una película de Peter Jackson *El Señor de los Anillos: las*



*dos torres*, ya que fue la primera filmación que utiliza el sistema para animar un personaje en directo como si estuviera vivo.



En el año de 1995, sale el juego *FX Fighter*, que se convierte en el primer juego de lucha que utiliza la captura para dar realismo a los movimientos de los personajes en 3D y para que el usuario tenga total control de los movimientos de los personajes del juego. Este último, animó a las compañías de entretenimiento a utilizar las capturas de movimiento en sus juegos.

Como se ha mencionado antes, la tecnología del *MoCap* no solo se manifiesta en el ámbito del entretenimiento, sino que, en otros campos de diferentes índoles, como el deporte. Varios centros deportivos utilizan dicha tecnología para analizar el rendimiento de los atletas y prevenir lesiones; por otro lado, de igual forma, los desarrolladores de programas usan el sistema para comprender mejor los movimientos que interpretan los usuarios y así diseñar mejores productos relacionados con *la Captura de Movimiento* que utiliza *un sistema de captura óptico*; finalmente, se utiliza para analizar y estudiar los movimientos de las actuaciones de bailarinas, actores, entre otros.

Hasta ahora se han mencionado los grandes avances de esta gran tecnología en desarrollo de la animación, pero cabe mencionar que aún no es capaz de trackear movimientos de la misma manera que un animador experimentado vería con sus propios ojos. *Tan* es así, que, en el 2010, la Academia de Artes y Ciencias Cinematográficas en

Estados Unidos, declaró que la captura de movimiento no sería calificada para *mejor película animada*, con el argumento que *la captura de movimiento* no es una técnica de animación por sí misma.

Actualmente, uno de los tesoros más preciados en la cinematografía en cuanto al *MoCap* es la película *Avatar*, la cual ha sido concebida desde el principio para su visión *Estereoscópica*, es decir, en relieve. Al inicio, James Cameron quería una cámara digital 3D de alta definición que se pudiese llevar al hombro y se pudiese usar como una cámara normal. Bautizó su sistema como *Reality Camera System*, con él realizó el documental *Ghosts of the Abyss* para cines IMax 3D. Cameron usó para realizar su prueba, un *Sistema Estereoscópico* y poniéndolo a punto para su proyecto más ambicioso: *Avatar*.

A partir de los sistemas de videojuegos, donde se interactúa de forma inalámbrica y sin controles, solo con los movimientos corporales y/o con ayuda de controles para realizar algunas actividades en específico como: en juegos de deportes como equipo, un arco para la flecha, para usarla como arma y diferentes funciones, algunos cuentan con el comando de voz como es el *Kinect 360* de XBOX, posteriormente *Kinect ONE* y PlayStation sacó *PS3 EYES* y su control *MOVE*.

A continuación, se muestra la cronología de *la Captura de Movimiento* a través de los años, de esta forma se hace referencia a los puntos más emblemáticos para este documento.

### 1.3 Cronología de la Captura de Movimiento

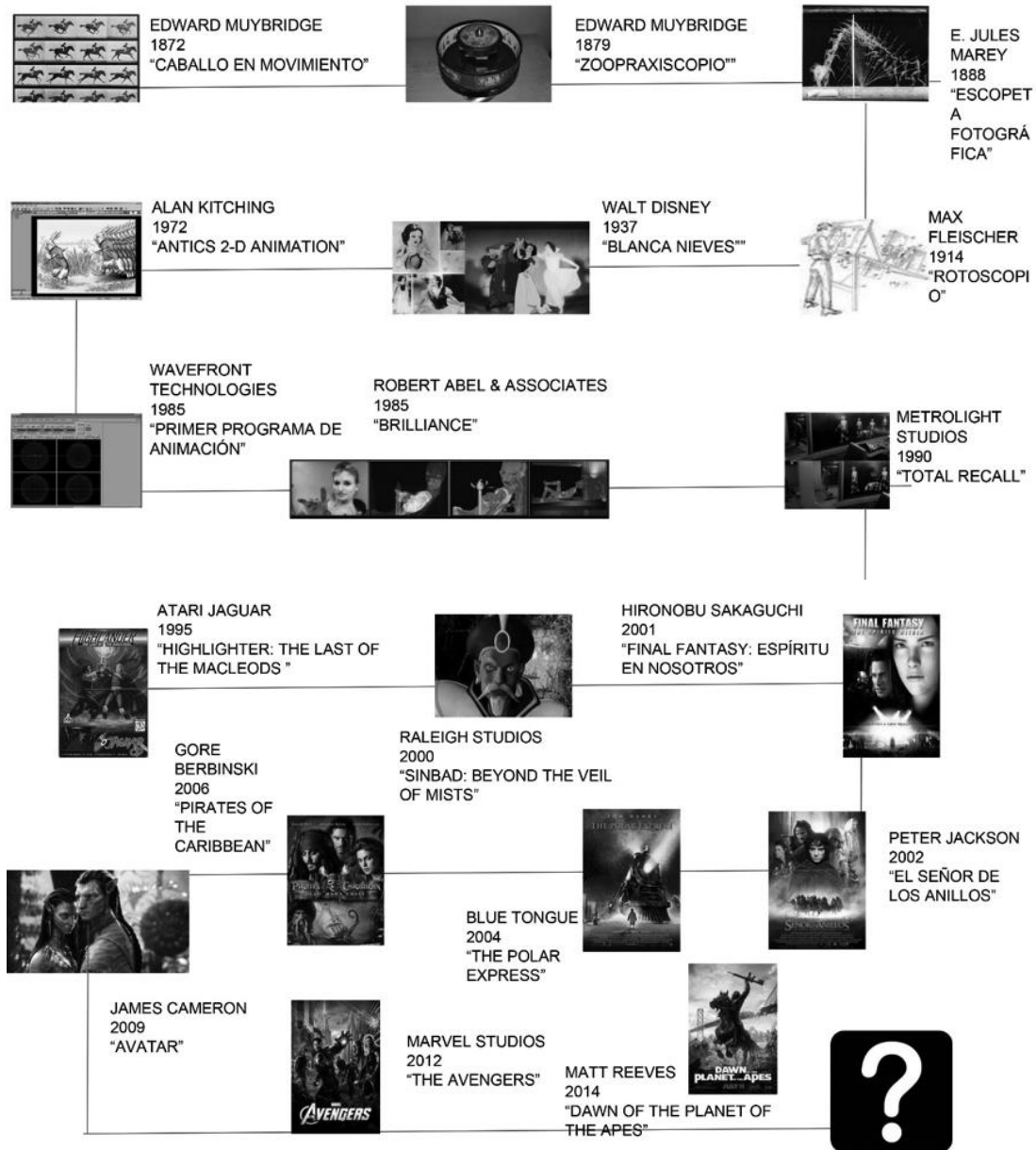


Imagen 6. Línea de tiempo "Historia de la Animación".

## 1.4 Tipos de Sistemas de Captura de Movimiento

Como bien se puede ver, en la imagen anterior se muestran los avances más relevantes que ayudaron a generar toda la tecnología de *Captura de Movimiento* con diferentes dispositivos. En la actualidad, la mayoría de las películas utilizan esta tecnología para facilitar todo el proceso en cuanto se refiere a *la Captura de Movimiento*, optimizar tiempos y ahorrar dinero.

Los sistemas de captura disponibles comercialmente en la actualidad se pueden clasificar en tres grupos principales: *Sistema Óptico*, *Sistema Magnético* y *Sistema Mecánico*.

Además, se encuentran *los Sistemas Ultrasónicos e Inerciales*, los cuales no se examinarán a fondo, ya que se utilizan con poca frecuencia en el entorno del entretenimiento.

También se muestran algunos ejemplos de empresas dedicadas a la captura de movimiento con diferentes técnicas para recolectar la información.

En el mercado existen sistemas especializados para la captura de movimiento, como, por ejemplo: PeakMotus (VICON™), SkillSpector, DartFish™. (SCIELO 3)



De los cuales solo abordaremos *el sistema óptico y los sensores de movimiento Kinect*, ya que se trata de los más comunes y fáciles de manejar para crear *una captura de movimiento*.

### **1.4.1 Sistemas de Captura de Movimiento Óptico**

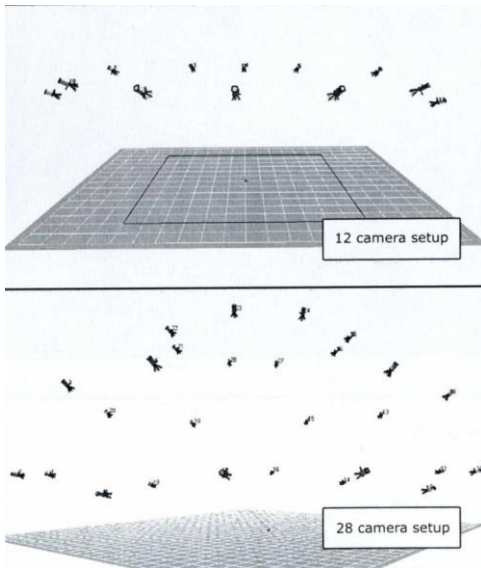
La mayoría de estos sistemas rastrean marcadores refractivos, luego combina la información de estas diferentes vistas del marcador seguido para describir la posición 3D del objeto. Esto es bastante similar a cómo el usuario puede colocar un objeto en 3D con gran precisión mediante el uso de la vista en perspectiva del programa de animación de su elección.

En el primer caso, el mínimo de cámaras necesarias para registrarlo es dos. Si se da el caso que un objeto no transparente lleva marcadores, la configuración de dos cámaras no funcionará, debido a que alguno de ellos queda oculto u ocluido. En el caso anterior una configuración de cuatro cámaras soluciona ese problema. (Midori Kitagawa, Brain Windsor 8)

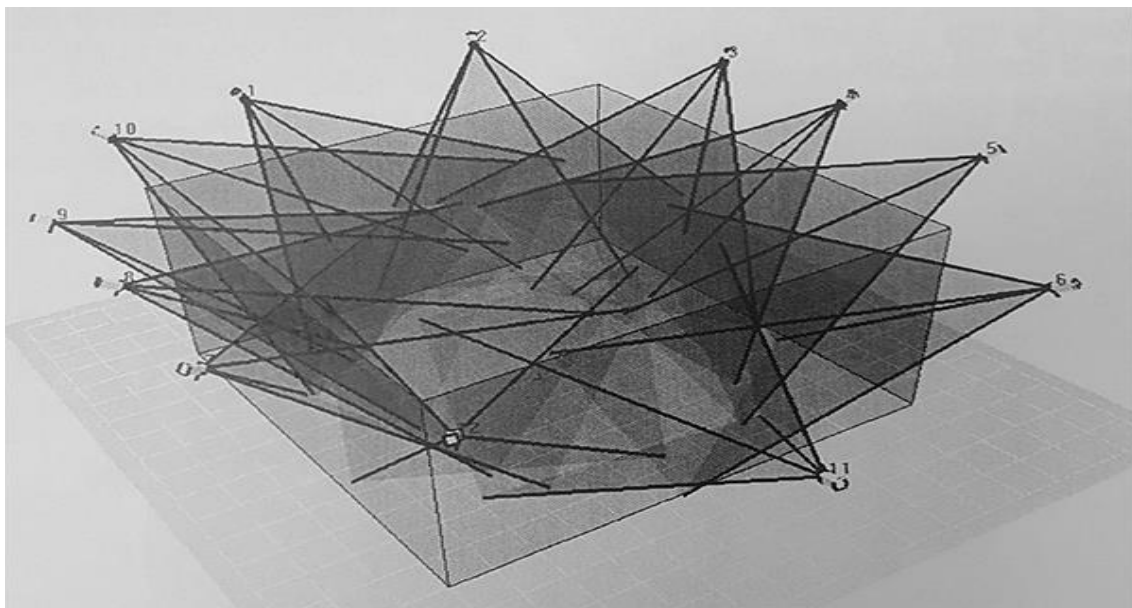
Como regla general, cuantas más cámaras tenga un sistema de captura, mayores serán las posibilidades de que dos o más de ellas puedan rastrear los marcadores, debido a que el área de captura es mayor. Por ejemplo: de 8 a 16 cámaras proporcionan un volumen básico, un sistema de cámaras de 2 a 8 será muy preciso para algunas aplicaciones médicas, mientras que un sistema de cámaras de 16 a 32 funciona

mejor para un escenario de videojuego. La captura de movimiento y la configuración *VFX* pueden tener más de 200 cámaras.

A continuación, se muestra un *Layout* de un sistema de captura de 12 cámaras acomodadas estratégicamente para abarcar todos los ángulos posibles y de esta forma la captura sea estable.



El espacio físico donde las cámaras pueden combinar sus campos de visión para describir la posición de un escenario se llama *Volumen de Captura*. (Ricardo Tobón, 22)



*Imagen 7. Espacio que ocupan las cámaras con su visión y se vuelve el Volumen. (Ricardo Tobón, 21)*

Con lo antes descrito, se da la información necesaria para que se adentre al tema de lleno, así mismo los programas que se utilizaron para desarrollar el documento con ayuda de la información oficial, testimoniales, prácticas y desarrollo de los datos para una fácil comprensión.

Se sugiere que el lector tenga conocimientos básicos del entorno 3D en el plano cartesiano, se toma en cuenta que la manipulación de objetos en el espacio se hace en referencia con el mundo real, ya que en diferentes proyectos se necesita insertar en ambientes reales con objetos digitales se realiza un *Tracking* de este en relación con el espacio  $X, Y, Z$ .

Las versiones de los programas que se usaron para el documento son gratuitas a excepción del programa After Effects. Así mismo, se describe el potencial de cada uno de los programas, se explica la forma de visión de las cámaras en el espacio como volumen de trabajo y sus diferentes características en las diferentes áreas de uso de la industria médica, milicia, deportes, cinematografía, animación, etc.

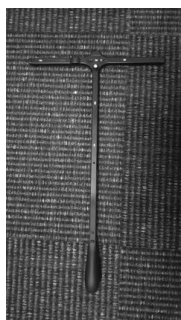
En los siguientes apartados se expone de forma óptima los procesos esquematizados, que se utilizan los métodos para poder realizar una captura de movimiento.

### 1.4.1.1 VICON

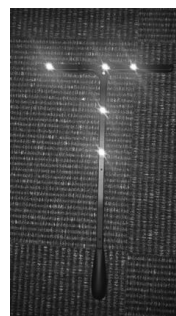
La mayoría de *los Sistemas de Captura de Movimiento ópticos* están diseñados principalmente para aplicaciones médicas. El primer *sistema óptico* comercialmente disponible desarrollado con aplicaciones *CGI* en mente fue el sistema VICON 8. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 8)

*Un sistema óptico* consiste en 4 a 32 cámaras y una computadora que controla dichas cámaras. Con la mayoría de los sujetos de *captura del sistema óptico* usan marcadores, donde los marcadores son de materiales refractivos (pasivos) o emisores de luz (activos). Los marcadores pasivos están hechos de materiales refractantes y sus formas son esféricas, semiesféricas o circulares. Las formas y los tamaños de los marcadores dependen de las resoluciones de la cámara y de los métodos de captura. Los marcadores pasivos se unen directamente a la piel o velcro en el traje, es un material unitario de cuerpo completo hecho de material elástico, como el spandex.

Las cámaras en un sistema óptico están equipadas con diodos emisores de luz *LED*, a su vez, las luces emitidas por los *LED* se reflejan mediante marcadores activos.



*Imagen 8. Active Wand Off.*



*Imagen 9. Active Wand On.*

Algunos sistemas de marcadores activos iluminan un *LED* a la vez, así se elimina la necesidad de identificar cada marcador. Otros, iluminan todos los *LED* a la vez (Imagen 8). La modulación de la amplitud o frecuencia de cada *LED* permite que dichos sistemas identifiquen marcadores.

Algunos de los últimos sistemas de marcadores activos funcionan en condiciones de luz natural, es decir, pueden capturar sujetos en diversos lugares fuera de los estudios; sin embargo, la iluminación debe controlarse cuidadosamente para la mayoría de los sistemas ópticos, especialmente el sistema de marcadores pasivos.



Las cámaras en *un sistema óptico* capturan las luces reflejadas o emitidas por los marcadores, entre 30 a 2000 muestras por segundo. Al menos dos cámaras necesitan ver un marcador para determinar la posición 3D del marcador,

aunque se prefiere identificar tres o más para definir la precisión (Midori Kitagawa, Brian Windsor 9)

Por ejemplo: si un sujeto yace acostado sobre el estómago, los marcadores en el frente del sujeto serán ocluidos, si ninguna cámara los ve dará como resultado la pérdida de datos. Existen técnicas de edición y herramientas para compensar los datos faltantes, siempre y cuando no sufran problemas de oclusión.

Las configuraciones de un marcador son flexibles con *el sistema óptico*, se puede rastrear una cantidad relativamente grande de marcadores

simultáneamente, por ejemplo: rastrear hasta 200 marcadores con un sistema de 16 cámaras.

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas al usar *el sistema óptico*, con esta información podremos determinar la elección para su uso.

*Los sistemas ópticos* utilizan los datos recogidos por sensores de imagen para inferir la posición de un elemento en el espacio, se utiliza una o más cámaras sincronizadas para proporcionar proyecciones simultáneas. Generalmente se usan marcadores pegados al *Actor*, pero los sistemas más recientes permiten recoger datos confiables del sujeto identificadas dinámicamente, como Shogun de VICON. (VICON 3)

Estos sistemas entregan la posición cartesiana  $(x, y, z)$  de cada marcador en un marco de referencia inercial; la orientación de una superficie se calcula al utilizar la posición relativa de al menos 3 marcadores, que permiten la grabación en tiempo real con algunas limitaciones como son: el número de cámaras, marcadores y actores. Estos sistemas pueden capturar un gran número de marcadores a frecuencias del orden de hasta 2000 cuadros por segundo.

*Los sistemas de captura de movimiento ópticos* son los más utilizados en laboratorios de biomecánica y se pueden clasificar como sistemas ópticos con y sin marcadores, estos a su vez se dividen en: activos y pasivos. En *los sistemas ópticos* con marcadores pasivos (VICON™), se colocan al sujeto marcadores en todos los puntos de interés de captura, a diferencia de *los sistemas ópticos* activos (OptiTrack), donde se colocan marcadores, que se conocen como diodos emisores de luz (LED).

Una desventaja en *los sistemas ópticos* con marcadores es la oclusión; aquí los marcadores no aparecen en varias tomas de la cámara debido a la obstrucción de la línea de visión de los objetos de la escena o por otras partes del cuerpo del sujeto. La mayoría de los paquetes de post procesamiento comerciales tienen la capacidad de tratar con los marcadores ocluidos; para ello se crean marcadores virtuales para sustituir la información de los que quedaron ocluidos, o bien, pueden usar marcadores redundantes (más que el mínimo requerido en el protocolo estándar), para compensar los marcadores ocluidos.

El movimiento de los marcadores suele utilizarse para deducir el movimiento relativo entre dos segmentos consecutivos, con el objetivo de definir con precisión el movimiento de una articulación. El movimiento de la piel (donde se coloca el marcador), en relación con el hueso subyacente, es el principal factor que limita la aplicación de algunos sensores.

Los sistemas de captura de movimiento sin marcadores, como la cámara Microsoft *Kinect* y *Organic Motion*, ofrecen una alternativa distinta a la tecnología de captura de movimiento. (SCIELO 11)

El *Kinect* es una cámara capaz de estimar la geometría 3D de la escena adquirida, para ser exactos, a 30 cuadros por segundo; está construida con un sensor de profundidad de resolución espacial de 640×480 píxeles, una videocámara VGA de la misma resolución y un arreglo de micrófonos para reconocimiento de voz. El *Kinect* fue desarrollado como un dispositivo periférico para uso en conjunto con la consola de juegos *Xbox 360*, aunque se ha adaptado fácilmente para otros campos como:

la robótica, seguimiento del esqueleto humano, reconstrucción 3D, terapia asistencial y biomecánica.

Con excepción del *Kinect*, la característica común de los sistemas descritos anteriormente es su alto costo y dificultad de implementación.

Así mismo, VICON, empresa con prestigio a nivel mundial, en el estudio de la captura movimiento con programas como Blade, CARA, Shogun, Nexus, Tracker entre otros especializados en la salud e ingeniería.

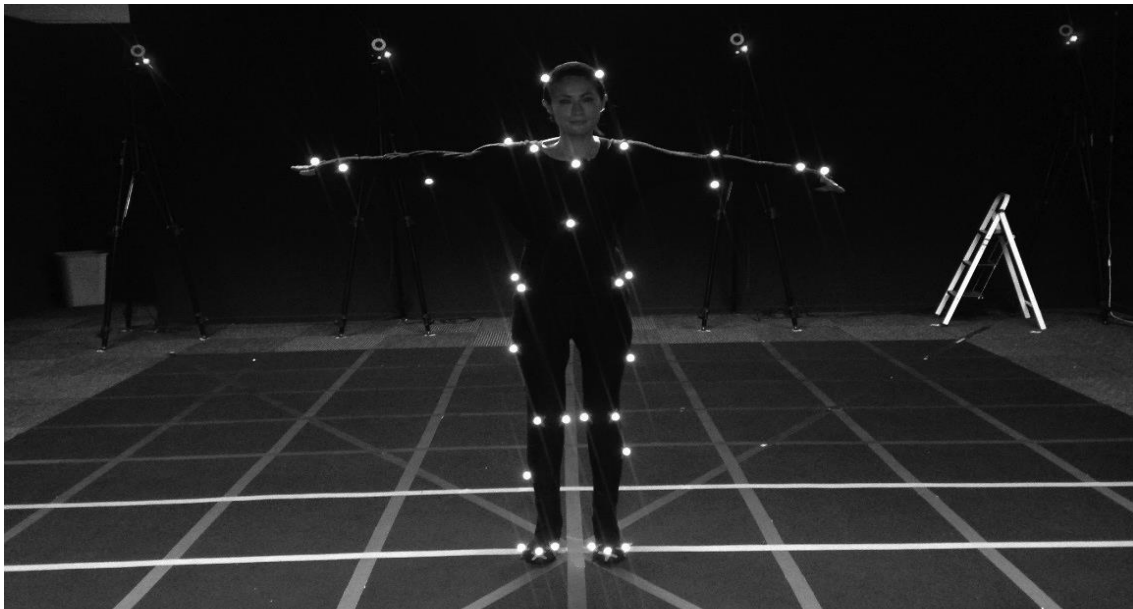
Una de las principales características del sistema VICON es su practicidad para ser llevado a cualquier lugar. Su *hardware* soporta más de 20 cámaras simultáneamente para mayor precisión en la detección entre cada uno de los marcadores. Blade v.3.4, brinda una estabilidad en la forma de concentrar la información e interpretación en tiempo real a través de sus potentes *Gigabytes* los cuales realizan los procesos de interpretación de las capturas, al recibir la información bidireccionalmente mediante este *hardware* conectado de forma intermedia entre la computadora y las cámaras, por ejemplo: que sean T040, Vintage, Bonita conectadas al *Gigabyte* y a la computadora, ya con la información procesada.

El sistema Blade v.3.4, está dedicado a la *Captura Corporal*, interpretación de gráfica y digital para la manipulación de la información de estos en un espacio  $X,Y,Z$ ; así mismo, el segundo sistema, CARA, a su vez cuenta con dos programas para la manipulación de información, uno de ellos es CARA Live que es el programa encargado de realizar la *Captura Facial* y CARA Post, encargado a la reconstrucción e interpretación del movimiento de los marcadores faciales en un espacio 3D, donde se hace una clasificación de los marcadores conocida como



nomenclatura, para su exportación a MotionBuilder se utilizan formatos *c3d* y *fbx*, esto para llevar a cabo la caracterización de un personaje y transferir dicha animación a un modelo. Para llevar a cabo una *Captura Corporal* se puede usar un *Sistema Óptico*, el cual detecta los marcadores fluorescentes que se agregan a algún *Actor* para representar determinado performance guiado a través del director para posteriormente realizar un proceso de limpieza y pulido de la captura, así poder realizar el ensamble a un modelo ya caracterizado, de esta forma puede ser agregado a una escena para terminar de producir una animación, película, videojuego, etc.

En los dos sistemas se observó que el cuerpo humano realiza movimiento de rotación y no de translación, en cambio la captura fácil es de manera contraria, realiza el movimiento de los marcadores de arriba a bajo y de un lado a otro, en lo mencionado anteriormente se da una breve explicación de su funcionamiento, al tener la interfaz optimizada y fácil de entender para calibrar de la mejor manera nuestro *Set Up*, como el que vemos a continuación, marcaje facial básico:



*Imagen 10. Actor en Pose- T al centro de las cámaras en la Grid en el suelo.*

Aquí se muestran algunos ejemplos de películas que fueron realizadas con el programa VICON:



Imagen 11. Deadpool: [www.youtube.com/watch?v=LncTFEnxRV8](http://www.youtube.com/watch?v=LncTFEnxRV8).

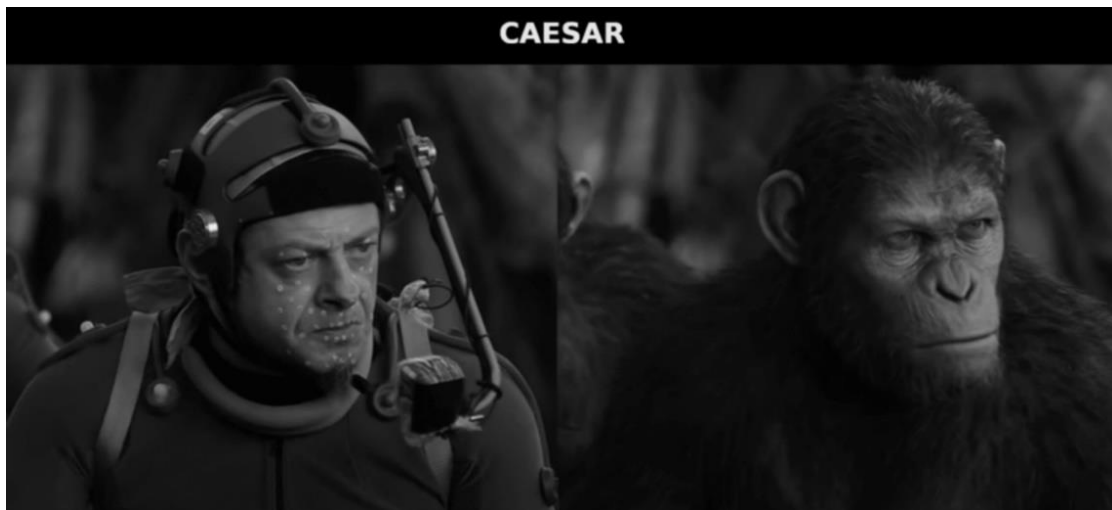


Imagen 12. Planeta de los Simios I, II y III: [www.youtube.com/watch?v=XXcXx1eGZd0](http://www.youtube.com/watch?v=XXcXx1eGZd0).



Imagen 13. Mowgli: [www.youtube.com/watch?v=v7uH\\_ThCCOA](http://www.youtube.com/watch?v=v7uH_ThCCOA).

Al realizar el proceso de forma detallada en el *Sistema de Captura Facial y Corporal* se encontró que su similitud entre procesos es idéntica en la forma de operar y calibrar las cámaras, ambos son *Sistemas Ópticos*.

De igual forma, si se utilizan herramientas complementarias para realizar capturas vía *Stream*, se recomienda utilizar el programa MotionBuilder que cuenta con una interfaz amigable y compatible bidireccionalmente con Blade, solo se necesita descargar el *Plugin* de la página oficial de VICON, además de poder usar toda la herramienta que brinda MB, como:

- El uso de una cámara virtual (*Camera Tracking*).
- Dinámicas (*VFX*).
- Agregar sonido vía MIDI.
- Plantillas de modelos.
- Caracteres prediseñados.
- *Streaming* con Maya.



Imagen 14. Configuración personalizada para cada Actor.

#### 1.4.1.1.1 Captura Facial y corporal

En este apartado se muestra el potencial de la *Captura Facial y Corporal*, se muestra el proceso que se realiza con diferente *Set Up*, con el cual se garantiza que se tendrá una captura lo más limpia posible, aunque el sistema realiza un proceso muy específico para pulir la animación, es obligatorio darle una revisión a nivel de producción, ya que no es recomendable usarse en crudo de su captura, por ejemplo, *c3d* nativo de *Blade*. El sistema de *Captura Facial<sup>3</sup>* (imagen 15) permite el detalle fino, expresiones exactas y orgánicas, los cuerpos a capturar son idénticos a los modelos animados, se ayuda de la referencia de videos con las expresiones a utilizar y con la oportunidad de limpiar los gaps de forma manual.

<sup>3</sup> Captura Facial es el proceso de Trackeo en los puntos dibujados en el rostro del Actor.



Imagen 15. Set-up Actor VICON CARA.

La forma más simple es asociar marcadores a un conjunto de articulaciones que están vinculadas a la geometría de la piel facial. Para configurar una plataforma con este método, primero se debe crear un conjunto de uniones discretas que no tengan relaciones jerárquicas entre sí. La ubicación de las articulaciones en la cara de un personaje 3D debe ser similar a la de los marcadores en la cara del sujeto de captura, une la geometría de la piel a la articulación. A menos que se anime la cara de un robot, que consiste en una parte rígida sin parte flexible, se debe usar un método de control que permita que cada vértice de la geometría de la piel se vea influenciada por un grupo de vértices para que tenga una deformación uniforme la piel. Finalmente, permitir que la posición de cada grupo esté restringida por la del marcador correspondiente con un desplazamiento de distancia.

El problema principal de este método es controlar las influencias o "pintura de pesos" (*Blind Skin*<sup>4</sup>) para cada articulación tiende a ser un trabajo tedioso que consume mucho tiempo. Necesitará determinar qué influencia conjunta tienen los vértices de la geometría de la piel y cuánto puede comprobar cómo la geometría de la piel se deforma con los datos de la captura. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 159)

---

<sup>4</sup> Especifica si se unirá a un esqueleto completo o solo a uniones seleccionadas.

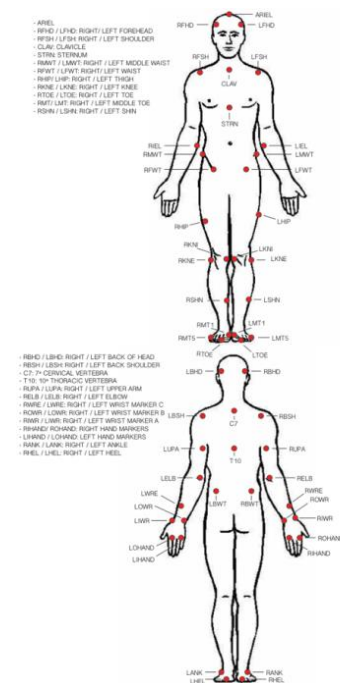
Si es un usuario de Maya Autodesk, el método de fusión de la piel que desea utilizar para este método es un ajuste suave, no rígido. *Rigid Bind* divide los vértices de la geometría de la piel en secciones, realiza la conexión con ciertos marcadores para crear grupos manipulables.

Esta tarea es más fácil si todas las articulaciones tienen los nombres que le permiten identificarlas rápidamente, por lo que esta es una muy buena razón para nombrar las articulaciones de una manera descriptiva y lógica.

La cantidad de marcadores necesarios para *la Captura Facial* varía de un proyecto a otro, ya que depende del nivel de realismo que se quiera obtener.

A continuación, se muestra la nomenclatura que con mayor frecuencia se usa en Blade, Shogun, MotionBuilder, ya que con ella será más fácil realizar la caracterización del personaje a nuestro esqueleto del Actor.

## [ANEXO Nomenclatura de huesos](#)



Estas son algunas recomendaciones para realizar una *Captura Facial* con el sistema VICON CARA:

1. No se deberían de colocar más marcadores de los que se necesitan en la cara de un sujeto de captura. Con la captura de movimiento corporal los marcadores adicionales que se utilizan para distinguir entre otros actores, se les llama *Clúster*. Por lo regular se usan en el momento que se encuentran en escena más de 3 *Actores*; sin embargo, con la *Captura Facial* los datos generados por marcadores adicionales serán descartados.
2. Tener dos tipos de marcadores: un conjunto de marcadores para rastrear los desplazamientos de la piel facial mediante expresiones, el habla; y otro conjunto de marcadores, aunque la piel se desliza en cada parte de la cara o cabeza humana, hasta cierto punto.
3. Los marcadores "estables" se colocan en las partes de la cara que se mueven menos por las expresiones faciales o el habla, como a lo largo de la línea del cabello y entre los ojos.

Con estas recomendaciones se puede diseñar un conjunto de marcadores que brinde los datos que se necesitan para un proyecto y se encuentre un sujeto de captura que tenga las características faciales más adecuadas para realizar expresiones pronunciadas y la capacidad de interpretar el personaje en escena. En este caso se utilizó el sistema de *Captura Facial* de VICON. Por ejemplo, un *Set Up* de *Captura Facial* consta de 38 marcadores, cuatro de ellos se toman como base para estabilizar la cara al cuerpo.

Entonces si se realizan capturas con *un sistema óptico* fijo, se deben usar marcadores más pequeños y una resolución más alta para la *Captura Facial*. Si el sistema consta de varias cámaras de alta resolución será mejor la captura, es posible que se pueda realizar una *Captura Facial* sin quitar las cámaras de la pared o reducir el volumen de captura.

Si las cámaras no pueden rastrear marcadores pequeños, se deberán bajar las cámaras y ajustar el enfoque de la lente de la cámara, posiblemente reemplazar las lentes para permitir enfocar objetos más cercanos. Se deberá planear una caracterización para colocar a un sujeto de captura y las cámaras sobre trípodes alrededor de la silla (imagen 17).

Las cámaras deben colocarse a diferentes alturas del rostro del sujeto. No es necesario que las cámaras capten la nuca del sujeto de captura, ya que la cobertura de 180 a 200 grados alrededor del sujeto permite que gire la cabeza de un lado a otro, si el sujeto sobrepasa los rangos de captura ninguna de las cámaras verá los marcadores y la captura será errónea.

Una cámara debe ser posicionada a un tercio de forma vertical justo a la mitad del rostro y colocar las otras cámaras debajo del nivel de los ojos que permiten ver al sujeto de abajo hacia arriba de manera inclinada.





*Imagen 16. Permite el detalle fino, expresiones exactas y orgánicas.*

En la imagen anterior, se puede ver cómo se realiza el *Set Up* de una forma semicircular para poder capturar la mayor parte de sus movimientos, en cambio, con un sistema de *Captura Facial* como *CARA*, solo se necesita realizar el *Set Up* específico de cada *Actor*, y para realizar el rastreo de dichos marcadores pueden utilizarse de dos a cuatro cámaras, esto depende del nivel de detalle que se necesite, en ambos procesos se necesita realizar una limpieza manual para pulir los movimientos y se sincronice con las demás extremidades, se usan marcas dibujadas en el rostro o marcadores fluorescentes para *un sistema óptico*.

Esto permitirá que las cámaras enfoquen bien las facciones de los ojos y el rostro completo, también es conveniente usar una plantilla para calibrar, por ejemplo, la *Wand Wade*. Se debe contar con un kit de *Captura Facial* con marcadores hipoalérgico, pegamento, pinzas, banda para el pelo y alfileres. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 154)



Imagen 17. Se pinta la ubicación de los marcadores en el actor de la *Captura Facial*.

A continuación, se describe la historia de la animación facial, se toma como referencia la trayectoria de Ron Friedman<sup>5</sup>, quien nos indica que los beneficios para realizar la *Captura Facial* son:

(Ron Friedman 1)

- La comprensión de objetivos equilibrados entre tiempo y rendimiento.
- El montaje del *Set Control* de la animación facial como los marcadores que se colocan en el rostro del *Actor*.
- Convertir los datos de seguimiento de la marca en traducción a valores de orientación.

---

<sup>5</sup> Él ha trabajado en Page máster, La Princesa del Cisne, los efectos para la película Van Hellsing, Lemony Snicket, La Niebla, serpientes en un plano, y la animación del videojuego. Fue Animador Supervisor de la película ganadora del Oscar "Pan's Labyrinth" y fue Director de Animación en el videojuego Namco/Banda "Afro Samurai". Ron es actualmente Director de Animación en [HitPoint Studios](#) en Amherst, Massachusetts.

- Creación de una plataforma personalizada para apoyar la importación de la *Captura Facial* que nos permite la exageración en rasgos faciales particulares.

Para llegar a este punto tecnológico primero se tuvo que perfeccionar la técnica corporal, esta área es joven, apenas se encuentra en una etapa de desarrollo e innovación esta tecnología, así se pueden facilitar los procesos y se optimizan los tiempos de producción.

Con las herramientas mencionadas solo se podrá realizar *Captura Facial* y corporal, si se piensa en utilizarla en producciones profesionales que puedan percibir ingresos, se tendrán que pagar unas licencias que aun así son consideradas como mínimas inversiones.

### **1.4.2 Sistemas de Captura de Movimiento Magnéticos**

En *los sistemas de captura de movimiento magnéticos* (electromagnéticos) a veces se denominan seguidores magnéticos, se colocan entre 12 y 20 sensores de seguimiento en una captura sujeta a medir la relación espacial con el transmisor magnético. Los sensores de seguimiento dan salida a sus traducciones y orientaciones. Por lo tanto, no se requiere un procesamiento posterior para calcular las rotaciones. Este hecho permite que *el sistema magnético* se pueda usar para aplicaciones en tiempo real. (Midori Kitagawa, Brian Windsor. *MoCap for Artist*. EUA: Focal Press, 2008.) (Midori Kitagawa, Brian Windsor, 10.)

*Los sensores de seguimiento* no están ocluidos por sujetos de captura o accesorios hechos de materiales no metálicos, lo que es una ventaja sobre *los sistemas ópticos*. Sin embargo, son propensos a sufrir interferencias causadas por objetos metálicos y electrónicos en el ambiente o mejor dicho en el área de captura.

Las interferencias pueden dar como resultado una salida distorsionada. El cableado y las baterías para el seguimiento de los sensores pueden limitar los movimientos de captura de los sujetos, además que las baterías deben recargarse cada hora.

*El sistema magnético* se puede dividir en dos grupos. Un grupo usa corriente continua (DC) campos electromagnéticos, sensibles al hierro y al acero; y el otro usa campos de corriente alterna (AC) los cuales son sensibles al aluminio y al cobre.

*Los sistemas magnéticos* pueden capturar múltiples ejecutores simultáneamente con configuraciones múltiples, y una de las mayores ventajas es su costo.



*Imagen 18. Sistema magnético IGS-190.*

Para los sistemas de captura de movimiento Magnéticos (Polemist<sup>a</sup>) se dispone de una colección de sensores magnéticos que miden la relación espacial con un transmisor cercano. Los sensores se colocan en el cuerpo y se conectan a una unidad electrónica central; están constituidos por tres espiras ortogonales que miden el flujo magnético, el cual determina la posición y orientación del sensor. Un transmisor genera un campo electromagnético de baja frecuencia que los receptores detectan y transmiten a la unidad electrónica de control.

#### Ventajas:

- La posición y orientación están disponibles con nuestro post procesamiento.
- La retroalimentación en tiempo real permite aplicaciones en tiempo real.
- Los sensores de seguimiento no están ocluidos por objetos no metálicos.

#### Desventajas:

- Son propensos a interferencias magnéticas y eléctricas.
- El cableado y las baterías pueden limitar los Movimientos de los objetos de captura.
- Tienen una tasa de muestreo menor que la mayoría de los sistemas ópticos.
- Los datos magnéticos tienden a ser ruidosos.
- Las configuraciones de los sensores de seguimiento son difíciles de cambiar.
- El volumen de captura es normalmente más pequeño que el de los sistemas ópticos.

Con el apartado anterior determinamos que para poder usar el sistema magnético necesitamos un ambiente controlado de metales y frecuencias para poder desarrollar las capturas sin interferencias, su costo es una de las principales características a comparación de los demás sistemas, pero por tener poca demanda su costo por el momento es relativamente alto. En comparación a los demás sistemas, la batería llega a ser un problema, por la carga y el tamaño, por lo consiguiente su carga no dura mucho y tarda en recargarse.

### 1.4.3 Sistema de captura de movimiento Mecánico



*El sistema mecánico* (Exo-Skeletal) (electromecánicos) incluye guantes de datos y armaduras digitales. Estos sistemas son en tiempo real, relativamente económicos, libres de oclusión, libres de interferencias magnéticas o eléctricas y altamente portátiles. Los sistemas mecánicos inalámbricos proporcionan un gran

volumen de captura. Una desventaja notable del sistema mecánico es que no miden muy bien la traducción global, lo miden con acelerómetros, pero los datos aún pueden deslizarse. Un ejemplo de este tipo de sistemas es el *Shape Warp*, desarrollado por Measured, que utiliza cinta flexible de fibra óptica y es más duradero que los sistemas rígidos Exo-Skeletal.

En los sistemas de captura de movimiento Mecánico (Gypsy7™), la captura del movimiento se realiza al usar sensores mecánicos. La persona viste un traje especial, adaptable al cuerpo humano. Estos trajes son generalmente estructuras rígidas compuestas de barras metálicas o plásticas, unidas mediante potenciómetros colocados en las principales articulaciones. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 10)

Básicamente, el Actor coloca la estructura en su cuerpo y mientras se mueve, el traje se adapta a los movimientos que él realiza. Los potenciómetros recogen toda la información del grado de rotación de las articulaciones. La desventaja de estos sistemas con respecto a otros es la incapacidad de medir traslaciones globales, miden las posiciones relativas de los miembros, pero no el desplazamiento del *Actor* en el escenario.

Por otro lado, dicho sistema supone que la mayoría de los huesos humanos están unidos por articulaciones de un grado de libertad con centro instantáneo de rotación fijo, pero no tiene en cuenta rotaciones complejas que se producen en las articulaciones humanas; las estructuras suelen ser rígidas y restringen el movimiento del *Actor*.

#### Ventajas:

- Tiempo real.
- Sin oclusión.
- Sin interferencias magnéticas o eléctricas.
- Gran rango de captura.

#### Desventajas:

- Sin traducción global.

- Restricciones en el Movimiento del sujeto de captura.
- Configuración fija de sensores.
- Tasa de muestreo baja.

(Midori Kitagawa, Brian Windsor 8)

Después de la descripción de los tres sistemas de captura más usados de forma comercial, a continuación, se muestra una tabla comparativa entre dichos sistemas y sus habilidades, anteriormente descritas como ventajas y desventajas de cada uno de ellos:

<b>Categorías</b>	<b>Óptico</b>	<b>Mecánico</b>	<b>Magnético</b>
Tasa de captura		X	X
Multi capturas	X	X	X
Oclusión	X		
Control de luz	X		
Movilidad	x	X	
Precisión	X	X	
Interferencia			X
Tiempo real	X		X
Costo <i>hardware</i>	X		
Vol. de captura	X		
<i>Set Up</i> optimizado	X		X
AC portátil		X	
Con cables	X	X	
Inalámbricos	X	X	
Tasa muestreo		X	

Tabla 4. Comparativa entre los Sistemas de Captura



## 1.4.4 Sistemas de Captura de Movimiento Ultrasónicos

Algunos sistemas de captura mediante ultrasonidos son:

- [Hexamite HX11](#)
- [Intersense IS-900 Mark 2](#)
- [Logitech Head Tracker](#)

(Midori Kitagawa, Brian Windsor 8)

Los pequeños sensores de los sistemas inerciales recogen información sobre la aceleración y la velocidad angular del sensor. Estos datos recogidos por los sensores inerciales (*inertial guidance system*) se transmiten a un ordenador, donde se puede observar sobre una figura animada el movimiento completo registrado. En los sistemas inerciales puros, puede producirse el problema de la deriva de integración, por lo cual es común combinar esta técnica con otros métodos de captura.

Este tipo de sistemas de captura de movimiento no utiliza mecanismos externos como cámaras; y como en el caso de los sistemas ópticos, cuantos más sensores se utilicen, más real es el movimiento reproducido. Son fáciles de transportar y tienen grandes rangos de captura. Uno de los sensores más conocidos es el *Kinect* con posibilidad de utilizar los controles inalámbricos de las diferentes consolas de videojuegos como pueden ser el *Wii* de *Nintendo* (*Wiimote* o *Wii remote*), *PS3 Move* y *XBOX*. Para captura de movimiento se emplean otros sensores mucho más precisos y con mayor frecuencia de captura, generalmente

acoplados a unos trajes especiales con varios sensores y en donde se ubica también una unidad transmisora. Existen trajes muy variados cuyos precios básicos oscilan entre \$ 25,000 y \$ 80,000 USD. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 25)

### **1.4.5 Sistemas de Captura de Movimiento Inerciales**

Se colocan sensores inerciales en distintas partes del cuerpo (acelerómetros triaxiales y giroscopios). Una ventaja de usar estos sensores es que se obtienen datos precisos de aceleración y orientación del individuo; sin embargo, no es posible medir traslaciones globales y una desventaja es que estos sensores son muy sensibles a cambios en los campos magnéticos. (SCIELO 6)

En general, en *los sistemas de captura de movimiento ultrasónicos* utilizan emisores que generan, como su nombre bien lo dice, pulsos ultrasónicos (imperceptibles por los seres humanos), son capturados por uno o varios receptores situados en posiciones conocidas, averiguar la posición del emisor en el espacio, e incluso su orientación en algunos casos.

Los emisores utilizados son todavía demasiado voluminosos y los sistemas actuales no son capaces de trabajar con movimientos bruscos. Estos sistemas suelen combinarse con sistemas inerciales. Sin embargo, el uso de sistemas ultrasónicos permite obtener un importante ahorro con respecto a otros sistemas de captura de movimiento, ya que en algunos prototipos el precio actual es inferior a \$ 3,000.<sup>00</sup> USD, y se piensa que al producirlos en masa su precio podría reducirse aún más.

## 1.4.6 Sensores de Movimiento

*Kinect 360, Kinect ONE y Kinect Microsoft*, son los diferentes dispositivos de *captura de movimiento* especializados para videojuegos de uso comercial y experimental, no cuentan con el mismo desempeño que tienen otros equipos dedicados a la captura como antes se mencionó, ya que son diferentes sistemas para realizar la misma tarea, de este modo, se puede hacer la captura con *sistemas ópticos*, ya que suele ser más común en el medio de la animación, el *hardware* el *sensor Kinect* está compuesto por un sensor de movimiento como su principal característica y una cámara para determinar la profundidad.

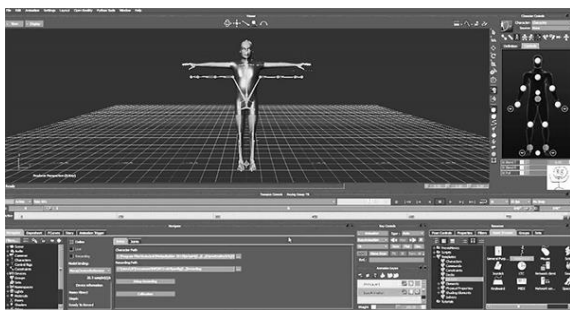


Imagen 19. Captura en Pose-1.

Su uso es muy sencillo y más si se utiliza con ayuda de MB, ya que cuenta con una herramienta bidireccional en el cual no se necesitan marcadores en el *Actor*, solo con que se coloque de pie enfrente del *Kinect* al inicio y al final de cada captura en *Pose-T*, ya que el sensor de movimiento emparenta automáticamente el esqueleto que se trabaja a un esqueleto con modelo predefinido para su importación a la base de datos, como *Take*<sup>6</sup> y así formar una escena.

Para iniciar una captura se tiene que activar *el Plug de Kinect* que se encuentra en el área de dispositivos, se presiona el botón de *REC* + el

<sup>6</sup> Take es la división entre escenas de una captura

de *Reproducir* para iniciar a capturar y para reproducir lo capturado, cuando se detiene se genera automáticamente la captura, ese fragmento de escena grabado es llamado *Take*, para después editarlos y hacer el ensamble de varias escenas para realizar una historia, como anteriormente lo mencionamos.

Los *hardware* antes mencionados tienen como diferencia entre sí, la capacidad de capturar con mayor calidad y esto depende del modelo, por ejemplo:

1. El *Kinect 360* tiene un nivel de respuesta y de estabilidad baja, este sistema es perfecto para capturas básicas, sin tanto detalle.
2. El *Kinect ONE* tiene mejor lente del sensor y con mayor precisión, además se le agregó una cámara más al centro con lo que ayuda a determinar la profundidad, altura y espacio.
3. El *Kinect Microsoft* da mayor estabilidad y fue desarrollado para la creación de aplicaciones con un fin comercial, tales como: probadores interactivos de ropa y lentes en las tiendas comerciales, el uso de escáner 3D y su uso en áreas de biomédicas en el desarrollo estudios con ayuda de programas especializados.



*Imagen 20. Los sensores Kinect ONE & 360, [developer.microsoft.com/en-us/windows/Kinect](http://developer.microsoft.com/en-us/windows/Kinect).*

Como se describe este *Gadget* es un buen complemento para los estudiantes y animadores recién egresados que busquen desarrollar sus habilidades en *la captura de movimiento* y se recomienda que a toda captura se le realice una limpieza con ayuda del *Graph Editor* para evitar errores en la *Time Line*.

Existen programas especializados para realizar capturas con mayor exactitud y calidad, con estos sensores, y son un gran complemento para el programa de MB, a continuación, se presentan dos de los mejores *Plugs* para realizar *captura de movimiento* de forma sencilla y sin necesidad de conocimiento, ya que cuentan con una interfaz amigable y automatizada.

El primero es Brekel Pro Body que se puede usar de forma gratuita durante un periodo de prueba, así mismo con la opción de compra donde se habilita toda las herramientas y el tiempo de grabación de la captura, ya que en el periodo de prueba es corto.

El segundo se trata de iPi Soft, un sistema más estable, más estable y permite la captura con multisensores con el *Kinect*. Además de poder usarse las cámaras de *PS3 EYES camera*, y los mandos *MOVE* para realizar la calibración del espacio de captura.

#### **1.4.6.4.1 Brekel Kinect Pro Body**

*Brekel Pro Body* es otra alternativa para realizar capturas con ayuda de un sensor de movimiento como es el *Kinect 360, ONE* y *Microsoft Kinect v2*. Este complemento permite capturar de 1 a 6 personas, además de que no necesita calibración previa como en los programas anteriores.

Al tener abierto el programa con el sensor conectado, lo primero que se tiene que hacer es probar la comunicación entre el ordenador y el sensor.

Posteriormente, un *Actor* deberá colocarse enfrente del *Kinect en Pose-T* y se debe verificar que se pueden realizar movimientos junto con el Esqueleto del personaje que sale en pantalla, de esta manera podemos comprobar su funcionamiento, ya que trabaja en tiempo real y este sistema no necesita procesar alguna información extra.

Se puede visualizar la profundidad de la escena con la opción de cámara *infrarroja o la nube de puntos*, y con un solo clic se puede lograr que la cámara siga a los *Actores* en escena, básicamente está realizando el *Trackeo* de los modelos frente a él.

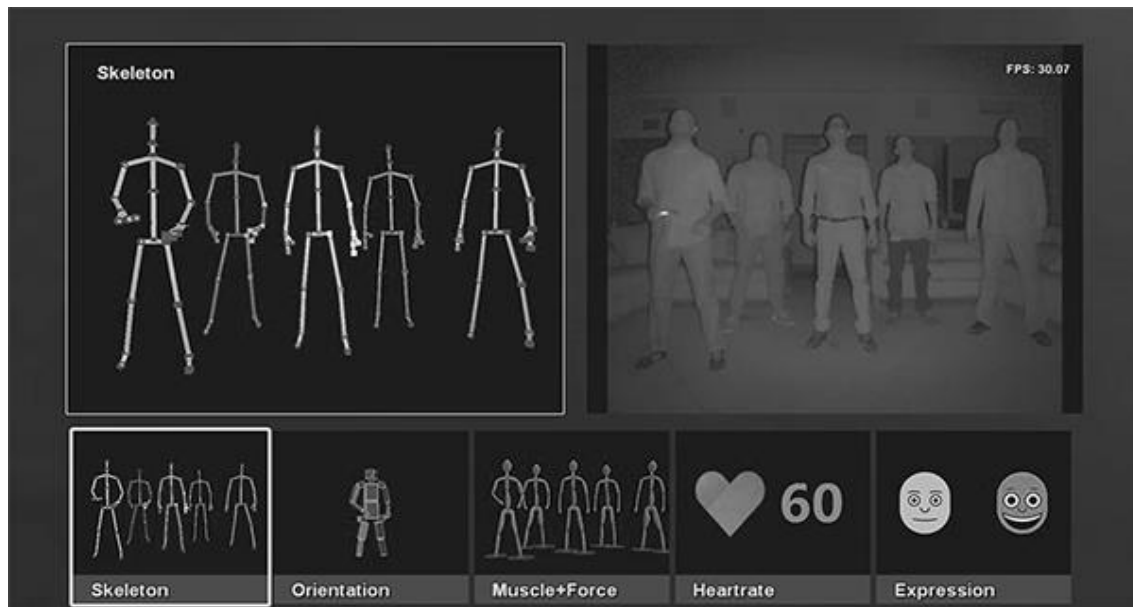


Imagen 21. Autor Brekel Company.

El programa cuenta con un *Plugin* para agregarlo a MB y usarse como vínculo con su interfaz, para que esto suceda solo se tiene que activar el complemento dentro del programa de MB en la pestaña de *DEVISE* y se muestra una interfaz para manipular *el Kinect vía Stream*.

Tiene la habilidad de realizar *la Captura Facial* con la capacidad de grabar hasta 20 expresiones entre la cabeza y el cuello solo se tienen que ejecutar los programas simultáneamente Pro Body v2 y Pro Face v2, usar el mismo sensor de captura, solo que el programa que sí requiere calibración es el de la *Captura Facial*, pero es muy sencillo realizarlo.  
(Brekel 1)

Los pasos por seguir dentro de MB son los mismos que sin usar el programa. Es una buena opción este complemento de animación para realizar capturas con ayuda del *Kinect*, al tener diferentes herramientas en el mercado especializadas en *la Captura Facial, Corporal y los dedos*.

Su única limitante, es que se puede usar solo un sensor y tiene menor exactitud, en cambio el programa de iPi Soft tiene la capacidad de usar Multi sensores, compatibilidad entre los sensores de movimiento *Kinect*, cámaras *PS3 EYES* y *ASUS*, al igual acepta el comando de voz.

Diferentes compañías han apoyado el desarrollo de nuevos productos para realizar su captura más exacta con *Gadgets* a la mano de todo el mundo.

Es una de las mejores opciones en el mercado para llevar a cabo las capturas caseras a un nivel superior, ya que da la estabilidad y calidad para usarse en el medio profesional de entretenimiento y en el área de biomédica es iPi Soft.

#### **1.4.6.4.2 iPi Soft**

La forma en la que se debe trabajar en iPi Soft, es muy fácil e intuitiva la manipulación. En este programa se facilita la captura con Multi cámaras y con el comando de voz cuando se cuenta con un operador, estas dos opciones son sus dos características más sobresalientes.

Lo primero que se tiene que hacer, es tener conectado *el Kinect* a la computadora y abrir el programa de iPi Soft, posteriormente, nos aparecerán los dispositivos de captura que tengamos conectados como *Kinect ONE, 360, PS3 EYES* y micrófonos. Ya que se tienen en línea los



dispositivos, se cambia a la pestaña *Recorder* en la cual se configura la resolución de pantalla y de profundidad.



*Imagen 22. Modelos en sus tres faces.*

El programa educativo iPi Soft está disponible para estudiantes, profesores e instituciones educativas. La licencia educativa se limita exclusivamente, como su nombre lo dice, a su uso en un contexto educativo, ya sea para el autoeducación o el uso en una institución con fines de enseñanza.

No se puede utilizar con fines comerciales, profesionales o con fines de lucro.

A toda animación se le tiene que aplicar su tiempo de limpieza y pulido con las curvas de movimiento para realizar una animación más orgánica.

Como se puede recordar, los pioneros de la animación lo hacían de forma manual, de este modo se obtiene un mayor control de la extremidad y en su contra en el tiempo que se le invierte.

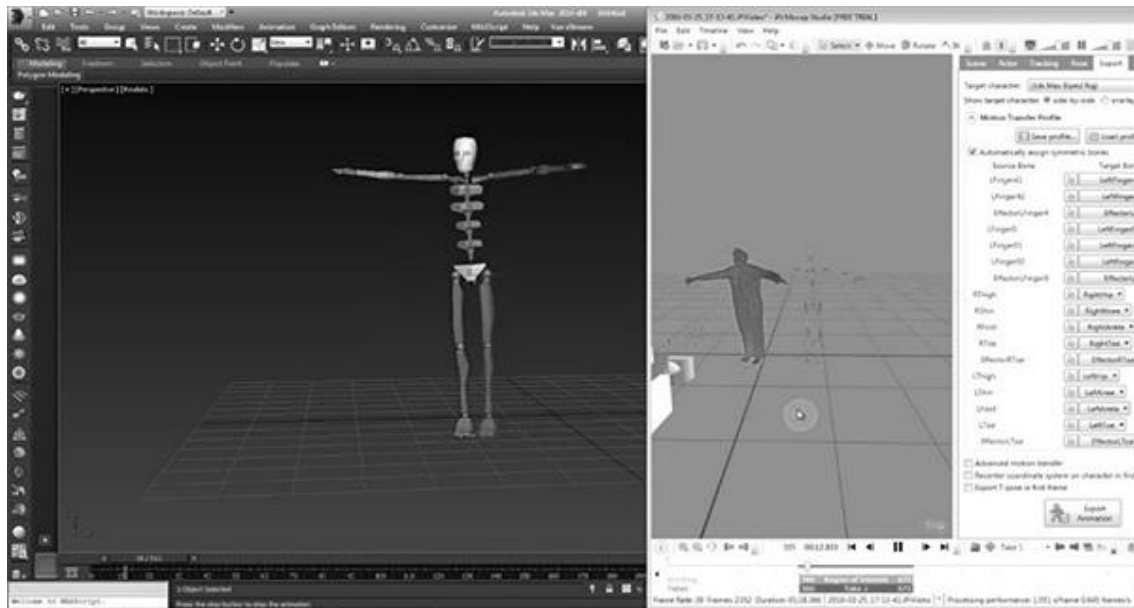


Imagen 23. iPi Soft interfaz para Exportar a 3D MAX.

El apartado siguiente es el más complejo, debido al nivel de conocimiento requerido desde la creación del esqueleto facial, generación de controles a base de curvas vectoriales, uso de alguna herramienta de *Trackeo 3D*, uso de *After Effects* para la compilación de imágenes, manejo de jerarquías y fluidez en la interfaz de *Maya*, así, se genera un resultado impresionante a raíz de la mezcla de técnicas para desarrollar el movimiento facial de una forma fluida y orgánica.

### **1.4.7 Frame by Frame: Técnica de animación**

En esta sección se desarrollan actividades avanzadas en la técnica de *Animación*, ya que implementa conocimientos básicos como la animación cuadro a cuadro de forma manual, donde se aplican todos los conocimientos adquiridos en la etapa de estudiante y profesionalista desde el modelado facial, la creación de esqueletos, los *Bland Shape*, controladores, pintado de pesos, entre otros más.

El proceso de *Producción* que se lleva a cabo requiere de tiempo de dedicación, ya que será de mucho detalle, pero los resultados serán sorprendentes.

Lo primero a realizar es, en el rostro del *Actor* se realizará un marcaje en las zonas que se quieran animar, en este caso se usan cejas, ceño, pómulos, sonrisa, mentón, párpados, nariz y barbilla.

En esta fase, se capturarán las acciones faciales con una cámara posicionada de forma frontal al *Actor*. Posteriormente debe utilizarse *AF (After Effects)* para la compilación de imágenes en secuencia *jpg* o *png*, y *Trackeo* de los puntos colocados en el rostro del *Actor*.

Además, se debe realizar una máscara en toda el área que no se necesita para no tener ruido visual, solo se deja el rostro con las marcas en pantalla y lo demás en color negro como sugerencia. Se exporta la información en secuencia *jpg* para usarla con el programa de *Match MOVE* de *Autodesk* para hacer el *Trackeo* en un espacio 3D.

En el último paso se utiliza la aplicación web de [Tracksperanto](#).

El uso de esta técnica es comúnmente en *VFS/VFS* para agregar personajes a escenas, eliminación de elementos no deseados y *Tracking* de objetos en televisión, series y películas.

Se adquiere la habilidad de manipular en Maya de forma tradicional *Frame by Frame*<sup>7</sup>, como los iniciadores de este género de *Arte de la Animación*.

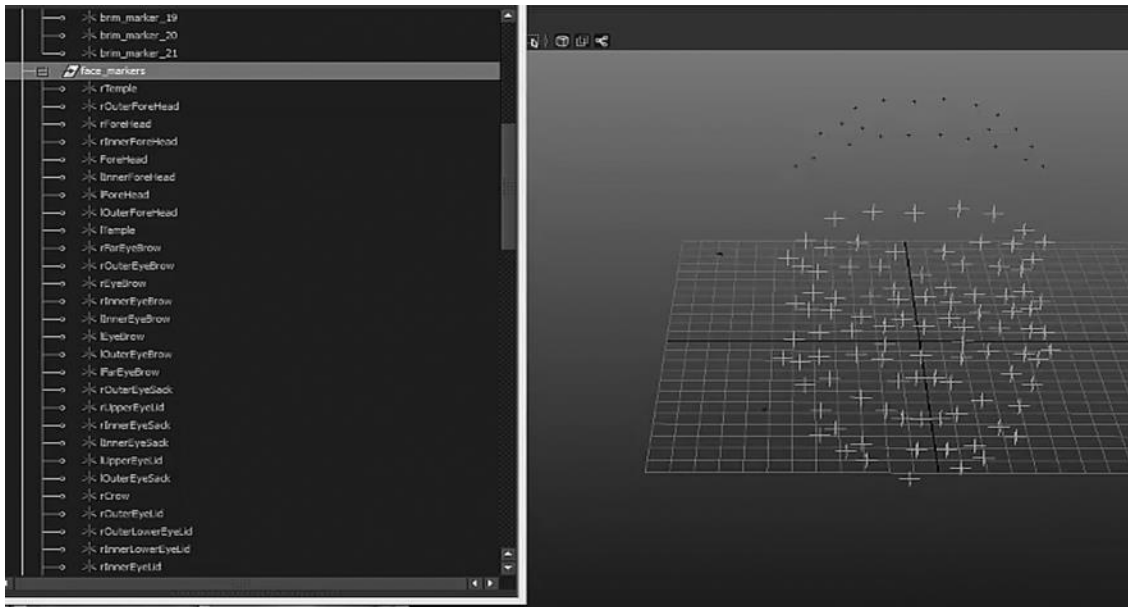


Imagen 24. Comparativa entre los Sistemas de Captura.

Con este tipo de actividades se motiva la creatividad para desarrollar nuevas técnicas de las cuales se llega a apoyar con los nuevos avances tecnológicos, en este caso será un *Gadget* de videojuego como es el *Kinect*, *PSP3 EYE* y mandos *MOVE*, entre varios más.

<sup>7</sup> Frame by frames Face se interpreta como “cada cuadro de captura en una escena en cada frame”

Se han podido desarrollar nuevas técnicas para realizar *Capturas de Movimiento de forma casera*, donde MB también tiene el potencial para trabajar bajo estas características.

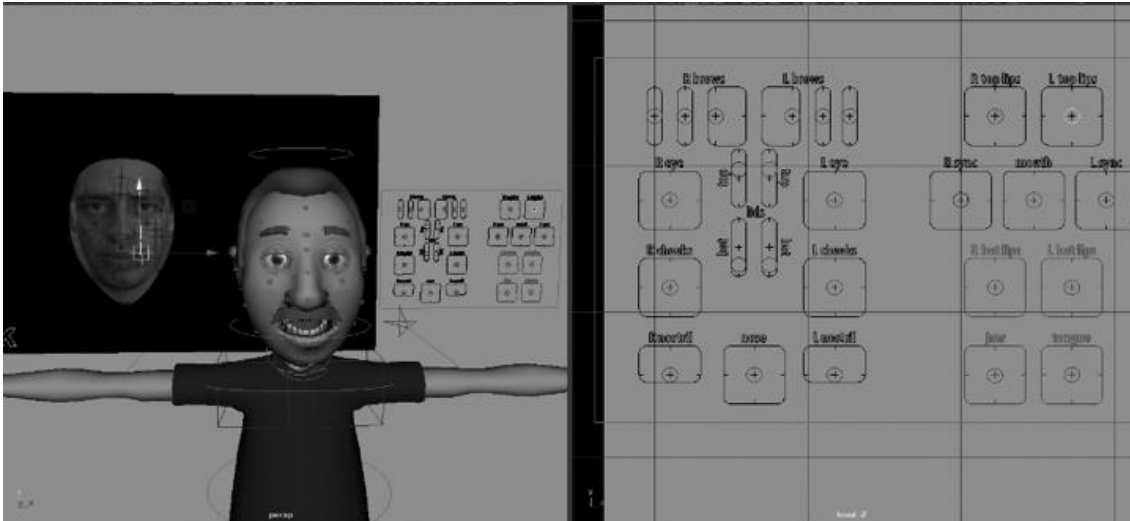


Imagen 25. Ensamble Track en Maya para transferir animación al modelo 3D.

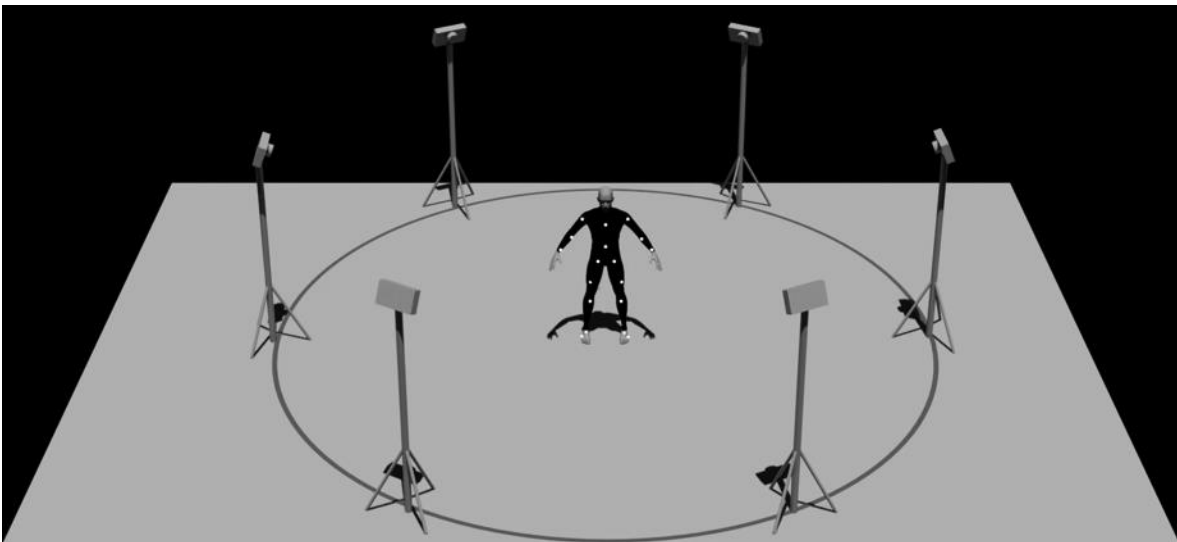
Así mismo, se pueden desarrollar *Sistemas de Captura Casero*, al implementar los conocimientos expuestos complementados con un *hardware* al alcance de cualquier usuario, ya que varios dispositivos son utilizados en consolas de videojuegos, web cámaras, computadoras de escritorio y demás.

A continuación, se muestra una alternativa para crear *un Sistema de Captura Casero a Bajo Costo*, con los siguientes elementos de fácil acceso, adquiriéndose en línea o en una tienda departamental.

Equipo: *PS3 EYES*, *Raspberry*, *Tripe*, *Traje de velcro*, *Fisúrales*, *Herramienta y cautín*.

### 1.4.8 Sistema de Captura de Movimiento Casero

En la actualidad, un estudiante puede realizar *un Sistema de Captura Casero a Bajo Costo* con un poco de conocimiento en electrónica y programación, se compra algunas cámaras o sensores de movimiento y una computadora *Raspberry* de gama media para procesar los datos en tiempo real sin ningún problema, y así optimizar los tiempos entre procesos.

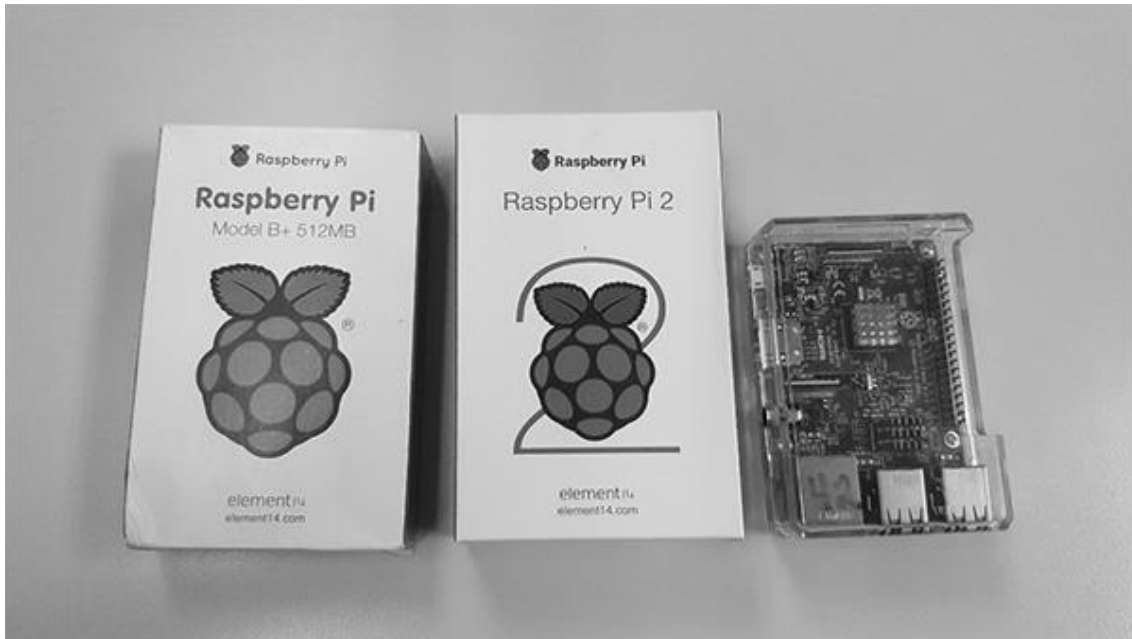


*Imagen 26. Sistema Casero con seis cámaras PS3 EYES.*

El costo de adquirir un sistema profesional contra un sistema casero tiene una gran diferencia, por obvias razones; tiene mejor arquitectura para desarrollar determinados procesos y sus procesadores hacen la diferencia de costo.

Para optimizar recursos y portabilidad, el uso de un *Raspberry*, representa el cerebro de toda operación en *el sistema casero* en

conjunto de los sensores de movimiento, así mismo, utilizar algún lenguaje de programación, por ejemplo, el lenguaje de programación en C# y complementándolo de librerías prediseñadas para complementar la programación del sistema.



*Imagen 27. Sistema Casero con seis cámaras PS3 EYES.*

Un costo promedio de \$ 43,250.<sup>00</sup> MXN con fecha del 2019-01-15 con tipo de cambio del dólar a \$ 19.<sup>30</sup> MXN. La mayoría de los accesorios se pueden encontrar por Amazon, eBay y centros comerciales.

Su funcionamiento es óptimo para uso estudiantil, docencia, animación experimental, no es recomendable para uso profesional por su estabilidad y gama de herramientas que ayuden a facilitar los procesos de captura, limpieza, exportación, y demás.

En *el sistema* casero se tiene que programar todas esas peticiones, pero eso ya dependerá del nivel de conocimiento de programación con el que se cuente.

A continuación, se muestra una serie de herramientas importantes para realizar *una captura de movimiento* con una serie de pasos simplificados al utilizar el programa de MB que brinda el soporte para optimizar procesos con otras herramientas como es el *Kinect* de Microsoft y programas como iPi Soft y Brekel.

## **1.5 MotionBuilder**

MotionBuilder es un programa exclusivo para PC y de uso gratuito, mientras se use para proyectos estudiantiles y docencia.

MotionBuilder proporciona muchas herramientas que facilitan la creación de movimientos realistas para un personaje.

En aras de la simplicidad, este tema explica cómo el motor de personajes de MotionBuilder funciona con esqueletos bípedos o humanos. Existen condiciones especiales y excepciones al animar cuadrúpedos que están fuera del alcance de esta sección.

Antes de poder animar con éxito a un personaje, es importante comprender cómo se mueven los esqueletos y cómo MotionBuilder puede ayudarlo a recrear un movimiento creíble. (MotionBuilder 1)



Diseñado para un futuro en el que *la Captura de Movimiento* y la filmación de películas se vuelve indistinguible, estos son unos ejemplos de programas que se destacan en la industria del entretenimiento.

- *Blade Powered by Axion*, está diseñado para capturar interpretaciones sin esfuerzo, brindar datos sólidos y confiables que permiten la creatividad.

En el caso de la producción de películas sus funciones aportan mayores beneficios a la parte de filmación:

- *On set Pre-Visualization*: El programa es bastante utilizado en las filmaciones como una herramienta para visualizar y validar el desempeño de *la captura de movimiento*, así como el *framing* en las tomas y el ensamble de los componentes del arte. Con grandes conexiones a diversos equipos a través de *Plugin*, los directores pueden trabajar en tiempo real y validar escenas con *CGI* y elementos en vivo como nunca se había visto antes.
- *Motion Capture, Editing & Retarget*: El programa es utilizado como una herramienta de edición de movimiento para refinar su desempeño antes de su finalización en Maya o Softimage de Autodesk.

MB se ha utilizado en películas como *Avatar*, *El Señor de los Anillos* y se usó en la creación de la escena de las balas en la película *Matrix*, en aquel entonces llevaba el nombre de Filbox, pero fue usado para la producción de las tres películas de *Matrix*.



*Imagen 28. Película: Neo contra Mr. Smith, pelea con los movimientos acelerados.*

Se muestran unos ejemplos de grandes producciones creadas con *MB* y junto con programas auxiliares, como *Blade*, *Shogun*, *CARA*, etc.



*Imagen 30. Serie: [Games of Thrones](#)*



Imagen 31. Serie: Frozen: <https://youtu.be/z-4c3JSLVww>

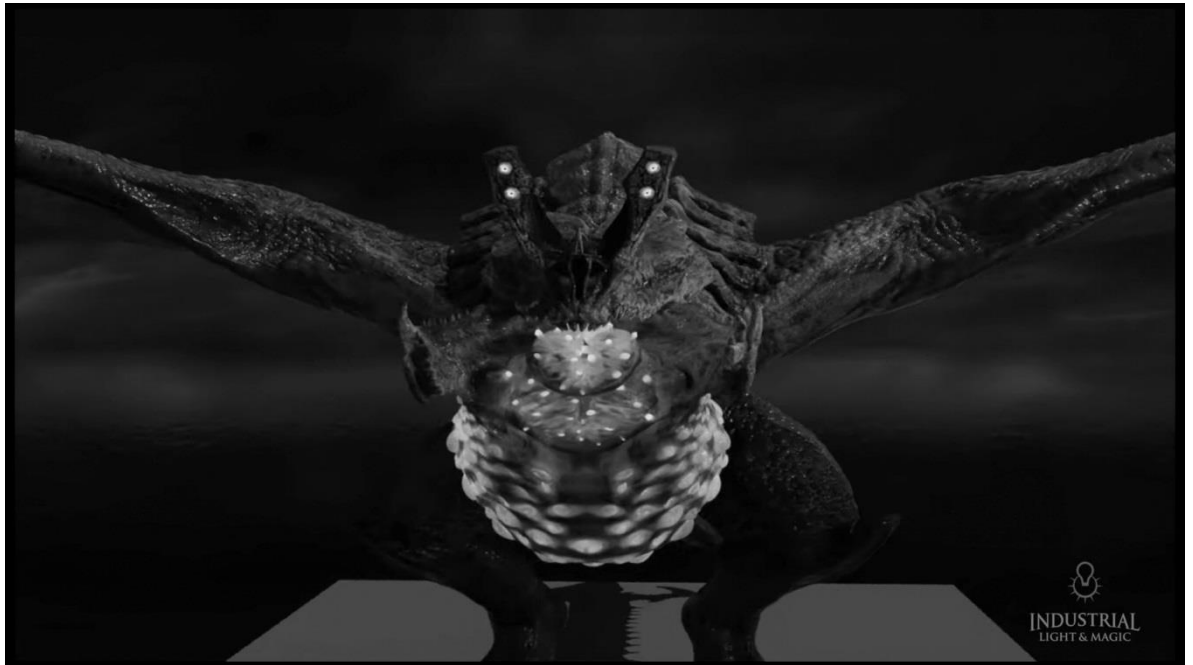


Imagen 32. Pacific Rim: <https://youtu.be/De36ug7zMPk>

En el ámbito de los videojuegos

- *Motion Capture, Editing & Retarget:* MotionBuilder es un componente fundamental para los desarrolladores de juego por sus funciones de captura de datos y edición.
- *Character Animation* (Gameplay): Con una gran variedad de herramientas de animación, el programa es usado ampliamente en la creación y edición de sets en movimiento para la animación de Gameplay.
- *Gameplay Cinematics:* Con sus herramientas de edición de animaciones no lineales el programa es usado ampliamente para el ensamble y finalización de secuencias narrativas animadas para los juegos. Las funciones de Real-Time permiten a los animadores y directores editar y validar escenas complejas, largas con configuraciones de personajes múltiples y tomas de cámara para las cinemáticas.

Se ha utilizado en videojuegos como Grand Theft Auto y Manhunt.

Juegos hechos con Unity:

- Assassin's Creed Identity: <https://www.youtube.com/watch?v=2mzCGX2q3Z4>
- Star Trek Timelines: <https://www.youtube.com/watch?v=yaNjR6U7F1o>
- Hitman: Sniper: <https://www.youtube.com/watch?v=bByaDGi7SII>
- Lara Croft Go: [https://www.youtube.com/watch?v=ud\\_Ewqt\\_JW8](https://www.youtube.com/watch?v=ud_Ewqt_JW8)



*Imagen 29. Resident Evil, la mayoría de las versiones utiliza algún tiempo de sistema de Captura.*

Después de revisar la gama alta de *los sistemas de captura*, a continuación, se presentan unas alternativas en el proceso de *Captura con Sensores y Cámaras de Movimiento*, controladas por un *Plug* para utilizar la interfaz de MB, como iPi Soft, Brekel Pro Body, entre varios más, al usar *el sensor de movimiento Kinect* Microsoft.

## **1.6 ¿Es posible construir un Sistema de Captura?**

En nuestro caso particular, *un sistema de captura de movimiento* permitirá extraer las trayectorias articulares de la marcha humana, con el fin de adaptarlas como referencias para el ciclo de marcha de un

robot bípedo. Algunos autores han comparado el *Kinect* con otros sistemas de captura de movimiento con marcadores. Estos aportes en el área han sido trabajos sobre soluciones específicas que no integran la captura de movimiento para el cálculo de las trayectorias articulares de la marcha humana, el cual es el propósito de este proyecto. En este estudio, se comparan las diferencias entre las trayectorias articulares obtenidas por un sistema de captura de movimiento con marcadores y Kinect; también se evalúa la variación de las medidas antropométricas entre los dos sistemas. (Jordi Bari Fernández 53)

#### Ventajas:

- Los datos ópticos son precisos.
- La tasa de captura es alta.
- Múltiples sujetos pueden ser capturados simultáneamente.
- Se pueden usar muchos marcadores.
- La configuración del marcador se puede cambiar fácilmente.
- Los sujetos de captura *con sistema óptico* pueden moverse libremente en un volumen.
- Se pueden generar datos esqueléticos.

#### Desventajas:

- Se requiere un gran procesamiento posterior.
- Los datos de rotación deben calcularse a partir de los datos de posición en el post procesamiento.
- Los marcadores pueden ocluirse mediante sujetos de captura lo que da como resultado la pérdida de datos.
- La iluminación debe controlarse para la mayoría del sistema óptico, especialmente los sistemas pasivos.
- La retroalimentación visual en tiempo real se limita a figuras de palo.

- El *hardware* es a menudo más costoso que otro tipo de equipo captura de movimiento.

De lo antes mencionado, nos damos cuenta de que es una herramienta muy potente estable y portátil, es la más usada entre *los sistemas de captura* para entretenimiento, ya que es más sencilla su manipulación, colocación e implementación en ambientes extremos y pocos convencionales.

Con ello podemos confirmar que el segundo sistema más usado es el magnético, del cual expondremos sus ventajas y desventajas después de su descripción.

A partir de la documentación que se presenta en este estudio, se realizó una tabla comparativa, con el fin de destacar los pros y los contras para llevar a cabo *Capturas de Movimiento*.

Así mismo, se resumieron los pasos ya verificados para operar los sistemas anteriores y así el lector pueda determinar cuál es la mejor opción para su proyecto.

Al concluir el desarrollo y ejerció de las practicas el usuario obtendrá conocimiento avanzado y entenderá los procesos entre sistemas y el trabajo conjunto si es que se requiere.

## 1.7 Diferencia entre sistemas

La diferencia entre los sistemas lo hace cada uno por sí solo; por ejemplo, por su *hardware*, ya que cada sistema emplea diferente constitución y la forma de captura es similar, ya que en todos los casos que se habla del objetivo principal que es realizar el seguimiento de una marcadora en el espacio 3D y reinterpretándolo para agregar la animación a un modelo.

Los procesos son muy similares, como el calibrar las cámaras de *ASUS*, *Kinect* y *PS3* de forma dual, procesos fundamentales para realizar una interpretación del espacio y *Actor*. Cada uno tiene su método de trabajo, pero en el proceso de captura sin marcadores a diferencia de los sistemas con marcadores corporales y faciales. Este mismo material exportado de cualquiera de los programas que se han explicado como *iPi Soft*, *Brekel Pro Body*, el programa desarrollado por el usuario y todos cumplen los formatos más comunes entre los programas 3D.

La gran diferencia entre los sistemas empleados de bajo costo a los sistemas especializados con inversiones millonarias en estudios e investigación por grandes influyentes como es el caso de *VICON Blade*, que tiene una exactitud en frente de sus rivales, ya que cuenta con *Giganet*<sup>8</sup> especializados para procesar dichas informaciones con su programa de captura.

---

<sup>8</sup> *Giganet* hardware que procesa e interpreta la captura hacia la carpeta raíz



Los otros sistemas son principalmente de entretenimiento y con menor inversión, pero con gran potencial de desarrollo y usan programas complementarios.

Con la siguiente tabla se muestra las principales características entre *los sistemas de captura* y sus diferencias entre sí. Con ellas se puede determinar cuál es el mejor sistema para realizar el proyecto que el usuario necesite.

## 1.8 Tabla comparativa entre sistemas

	Marker	Rigg	MB	Multi-cameras	Comando de voz	App Móvil	Face Capture	Hand Capture
VICON BLADE	*		*	*		*	*	*
iPi Soft			*	*	*		*	*
Brekel			*	*			*	*
Sistema Casero	*			*			*	

Tabla 5. Tabla comparativa de los sistemas de captura

En este capítulo se inició la inducción desde cero para dar información de los antecedentes del desarrollo de esta nueva tecnología que en nuestros días se utiliza en diferentes áreas, como: Medicina, Ingeniería, Deporte, entrenamiento Militar, entretenimiento deportivo y muchas más.

Las herramientas antes expuestas nos apoyan en el desarrollo de proyectos tanto personales como profesionales, partiendo desde el

conocimiento de la historia, su desarrollo en la cinematografía y los videojuegos. Con la *Captura de Movimiento* se optimiza tiempo y recursos; el tiempo ganado se puede utilizar en otras áreas, para recopilar así la información y simplificar los procesos para su uso accesible y de bajo costo.

Solo es necesario tener la noción del entorno 3D para entender el proceso de *Producción* en general, facilidad de comprender nuevas interfaces y los principios de animación para mayor fluidez y comprensión en los procesos.

La inversión que se requiere depende del tipo de proyecto y facilidad que se tenga para manejar el programa, son de las principales cosas que se necesitan saber para adentrarse en el mundo de la *Captura de Movimiento*, ya que el proceso es muy similar entre los sistemas que son objeto de estudio.

El estudio de la historia de la animación y *Captura de Movimiento*, es para conocer toda la trayectoria de esta nueva técnica que cada vez se utiliza más en varias áreas de nuestra vida diaria y profesional. Con ello, se concluye que se ha dado un recorrido a través conocimiento básico con el cual se puede comenzar el aprendizaje y especialización en esta técnica.

En los pasos anteriores se desarrolla un sistema de *captura* propio de animación y ensamble, se explicó también el potencial asombroso que se puede obtener en producciones de *bajo costo* para principiantes.

Con esto, se cumple objetivo de este capítulo, que fue adentrar al lector en la historia de *la Captura de Movimiento* y así, mostrar la forma de

trabajar entre los *sistemas* y sus necesidades para desarrollar una captura, la información que se ha consultado fue la documentación oficial de cada programa y *hardware* que se utilizarán en este proyecto.

Con el conocimiento adquirido a través de este capítulo se considera contar con la información necesaria para pasar al siguiente nivel de desarrollo, donde se pondrá en práctica lo aprendido a lo largo de este documento, respaldo de la documentación oficial y las prácticas realizadas por personal especializado en esta nueva disciplina.

Se logró explicar de una forma amigable los tipos de sistemas que actualmente se comercializan para diferentes actividades, como en los campos antes mencionados y más adelante se complementará la información con respecto a sus áreas de aplicación.

Como se vio en este capítulo, una gran idea de nuestros ancestros al intentar generar el movimiento a base de imágenes representativas en sus actos ceremoniales más importantes, historias y métodos de caza, se toma en cuenta que esta idea con el paso de tiempo se desarrolló la fotografía, así se cumple con su objetivo al realizar la captura de una imagen fija para posteriormente con una secuencia de ellas se realice un video, dar un resumen de la historia de la fotografía, ingeniería e informática que ha evolucionado a través del tiempo para la comprensión del tema.

La información recabada se ha obtenido a través de nuevas tecnologías como nuestra principal fuente de consulta, con entrevistas a especialistas en los temas abordados, cursos en línea por tutores reconocidos de la industria de la animación y ejercicios de forma presencial para poder comprender lo que conlleva la *Captura de*

*Movimiento.* Así mismo, la tarea de conseguir los elementos de apoyo para la realización de capturas hechas con *un Sistema de Captura Casero*, así como su elaboración en los capítulos siguientes, recomendaciones del uso y sus alternativas entre los sistemas antes mencionados.

Se realiza una comparativa entre sistemas, se habló de las ventajas y desventajas con las que cuenta cada *Sistema de Captura*, con esto se determina que, para realizar una captura de movimiento de personajes en un ambiente controlado, como la *Captura Facial* y corporal que se utilizan en las películas de Hollywood, videojuegos, en estudios biomédicos, robótica e inteligencia artificial son sistemas ópticos y se acoplan muy bien con *VR*.

Por consiguiente, se dará la explicación de los *Sistemas* que se utilizan en la industria del entretenimiento y sus alternativas, se empieza por VICON Blade, se usa MotionBuilder como puente y programas secundarios para realizar capturas con sensores de movimiento.

Para poder desarrollar las capturas sin interferencia a la hora de usar el sistema magnético necesitamos un ambiente controlado de metales y frecuencias, su costo es una de las principales características favorables a comparación de los demás sistemas, pero por tener poca demanda su costo por el momento es relativamente alto.

En comparación al resto de los *Sistemas* la batería llega a ser un problema, en cambio el funcionamiento del sistema mecánico es más controlado y estable, tiene gran movilidad y precisión en las capturas, así permite tener mayor control de los movimientos. Al igual que los sistemas ópticos son portátiles, con gran posibilidad de transportarse a

diferentes ambientes controlados para poder realizar la captura lo más semejante posible a la escena que estará en pantalla como *Render* final. Así, determinamos que la mejor opción se encuentra en un sistema óptico por su ambiente controlado, su estabilidad y amabilidad con el operador.

Entre *los Sistemas Ópticos Vs Kinect* (sensores de movimiento), se trata de un método diferente, pero con gran precisión y una gran facilidad de uso para el operador, evidentemente su característica principal es para un videojuego, y no llega a ser tan competitivo contra un sistema óptico como lo es VICON.

El *Kinect* es un *Gadget* para videojuegos, que se ha posicionado entre los animadores, diseñadores y desarrolladores para sacar provecho de sus atributos para realizar capturas de movimiento, escáner 3D, videomapping, videojuegos, etc.

## Capítulo II Detrás de Cámaras

*"Una vez más, Maya de Autodesk fue la herramienta a la que recurrimos, la que nos permitió dar vida a la magia en la "Cámara de los Secretos" para el primer beso de Ron y Hermione, y, asimismo, para la visión del Cielo de Harry. ¡No hubiéramos hecho ninguna de las ocho películas sin Maya!". (Andy Kind, supervisor de efectos visuales de Framestore referente) (3D total 4)*

El objetivo particular de este capítulo es dar un paseo detrás de cámaras para dar una idea de los procesos que se realizan en toda producción, llámese Videojuego, Video musical, Serie, Animación, Película, etc.; asimismo se mostrará la similitud entre los procesos de captura de los programas mencionados anteriormente, se realizará también la evaluación del potencial de cada una de las técnicas a exponer, como proyecto de trabajo y proyecto final, como la animación al 100%.

Es recomendable siempre hacer las escenas con las reglas establecidas: guion técnico, *Storyboard*, requerimientos técnicos del proyecto, revisiones constantes y muy detallistas, no usar la ideología: "en *Post Producción* lo solucionarán", ya que la mayor parte del tiempo es más costoso, el tiempo sube en su solución y cuestiones atípicas.



Imagen 30. "Cámara de los Secretos" para el primer beso de Ron y Hermione.

En el proceso de *Producción* de cualquier tipo de proyecto, ya sea digital, de animación, película o música, se tiene que desarrollar un calendario de actividades, de responsabilidades en el personal, el optimizar los recursos, el eficientar los procesos para hacer más fácil la comunicación entre los departamentos de *Producción* y en las entregas del material.

Por mencionar algunos pasos en la *Producción de una Animación*, son:

- Realizar la historia y perfeccionarla.
- Interpretación narrativa.
- Dar vida a los personajes, características y personalidades.
- *Storyboard*.
- *VF/FX*.
- Sonorización.

Ya en la creación del *Storyboard* se plasma *Frame by Frame* lo que pasará en la pantalla, de este modo se da detalle con movimientos de cámara, encuadres, indicaciones de *VF/FX*, se da la indicación de en qué segundo va a entrar la voz y todos los elementos en pantalla que complementan una escena; posteriormente, se dará a la labor de digitalizar los fondos, modelar, creación de escenarios, animar y realizar el ensamble de todo el material digital.

Como ya se mencionó con anterioridad, el objetivo de este capítulo es dar a conocer la forma en la que se desarrollarán los procesos de una *Producción de Captura de Movimiento* a través de diferentes sistemas, como en el capítulo anterior se mencionó: *VICON, Kinect 360, ONE* y *Microsoft*, donde se encontró la similitud en los pasos de la *Pre Producción*, que es donde se empieza a desarrollar la idea, el diseño de personajes, los movimientos de cámaras y todo lo que se pueda prever para que en la *Producción* no se complique el desarrollo de la escena por no haber previsto la escena a detalle.

El segundo paso, es llevar a cabo todo lo que se ha planeado, se van a desarrollar los escenarios, los modelos, los esqueletos, la pintura de pesos y animación. El siguiente paso a seguir es, la *Post Producción* en donde se desarrolla el ensamble de esqueletos con modelos, *Retargeting, Render*, limpieza y pulido de capturas; estos procesos son muy similares a los procesos en las películas, series, TV, grabación de discos, teatro, etc.





*Imagen 31. Detrás de cámaras Smackdown vs Raw 2011.*

En la etapa de *Pre Producción* de una animación, se trabaja con la tecnología de *Captura de Movimiento*, así se puede capturar el cuerpo entero y los rasgos faciales, de las cuales se expondrá la similitud entre los programas que se utilizan en este documento como VICON Blade, iPi Motion Capture, Brekel Kinect Pro Body, manual y con el *Sistema de Captura Casero*.

Con una buena *Pre Producción* se ahorra mucho tiempo y costo de *Pre Producción*, lo cual da como resultado un producto final de mayor calidad.

Se hace hincapié que, en el caso de la animación, lo ideal es contar con una *Pre Producción* previa al trabajo de *Producción*, ya que, si se salta a la fase de *Producción* sin algún proceso de previo, el resultado será diferente a lo deseado. Nunca se enfatiza lo suficiente acerca de cuánto planificar el trabajar, es la diferencia entre una pesadilla y una buena

experiencia de *Captura de Movimiento*. Gran parte de este proceso se realiza en hojas de cálculo, procesadores de texto, bocetos en miniatura y lo mencionado anteriormente conforman esta etapa de *Producción* de tres. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 13)

Al planear las tomas para la sesión de *Captura de Movimiento* se debe considerar las acciones e interacciones con los personajes que usen accesorios, debido también a su complejidad en la interpretación.

Para ello se requiere que tenga una hoja de planificación del proyecto a la cual se le conoce mejor como *DopeSheet* (*imagen 33*), esta contiene todos los pasos detalladamente de principio a fin de la animación, también cuenta con un plan de acción para la sesión de ensamble (*Take*) y así poder contar una historia a través de sus capturas.

A continuación, se muestra un *DopeSheet* de Animation Studios – Nickelodeon en la cual vemos cómo se realiza y se hacen anotaciones para mejorar el resultado final, por lo que se recomienda que crear uno en cada proyecto que se ejecute y realizar una comparativa de los pros y contras de llevar a cabo este ejercicio.

Previamente elaborados los diseños de los personajes, de los escenarios, de las texturas, del sonido, del desarrollo de *Storyboard* donde cada toma se especifica paso por paso, cuándo entra la voz, voz en off, movimiento de cámara, etc., tratándose en concreto de la *Captura de Movimiento*. Es importante que se establezcan los movimientos para cada toma dentro del plan de acción, así como las poses de inicio y fin de cada toma para que puedan ser mezclados en la *Post Producción* con más facilidad a los personajes; se usan tres tipos de posiciones diferentes: *Pose - M* y *Pose - T*, que en este caso se usa la

última, que ayuda a configurar con mayor facilidad el modelo a caracterizar y agregar las capturas, esto a su vez establecerá el número apropiado de *marcadores* requeridos para cada carácter; es decir, si se necesitan agregar *marcadores* extra para los dedos, los sistemas que empleamos con *marcas* sobre el cuerpo es el de VICON Blade y *Sistema Casero*, ya que las siguientes opciones expuestas detectan las articulaciones y los movimientos de rotación por medio del sensor *Kinect ONE, 360 y PS3*.

The image shows a detailed animation dope sheet. At the top left is the Nickelodeon logo. Next to it is the 'ANIMATION STUDIOS' logo. To the right is the 'OH YEAH! CARTOONS' logo. Below these is the text '©2005 Viacom International Inc. All rights reserved.' and a field for 'Show Title'. The main body of the sheet is a grid with columns for 'SC.', 'CONT.', 'ACTION', 'DIALOGUE', 'EXP.', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16', '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29', '30', '31', '32', '33', '34', '35', '36', '37', '38', '39', '40', '41', '42', '43', '44', '45', '46', '47', '48', '49', '50', '51', '52', '53', '54', '55', '56', '57', '58', '59', '60', '61', '62', '63', '64', '65', '66', '67', '68', '69', '70', '71', '72', '73', '74', '75', '76', '77', '78', '79', '80'. The 'ACTION' column contains handwritten notes and sketches of characters in various poses. The 'DIALOGUE' column contains handwritten text. The 'EXP.' column contains handwritten numbers. The 'SC.' column contains 'SC. 29'. The bottom of the sheet has fields for 'FOOTAGE', 'SCENE DIRECTOR', 'APPROVED BY', 'PRODUCTION NO. 105', 'ACT', 'SCENE NO.', and 'SHEET NO. 50'.

Imagen 32. DopeSheet de NICKELODEON.

En resumen, en los *procesos* de *Producción* para dar una mejor explicación de los pasos a desarrollar una *captura de movimiento* de alguna animación, y posteriormente limpiar la escena para agregar el resultado a un modelo ya caracterizado.

Durante la etapa de *Pre Producción* se debe establecer antes de tiempo de la sesión de captura de múltiples *Take* para obtener la toma más limpia; sin embargo, cada toma elegida debe ser capaz de mezclarse sin problemas entre sí en la etapa de *Post Producción*.

Se desarrollaron los temas de manera clara y concisa para su mayor comprensión y ejecución en el proceso.

## **2.1 Pre-Producción**

Se debe producir un *Storyboard* apropiado para ayudar a establecer cuáles serán las tomas a capturar, si es necesario realizar *Captura Facial* capturar los dedos, de qué forma será mejor realizar la creación del personaje, el desarrollo del Arte, incluyendo adaptar los escenarios, *Props* y audio.

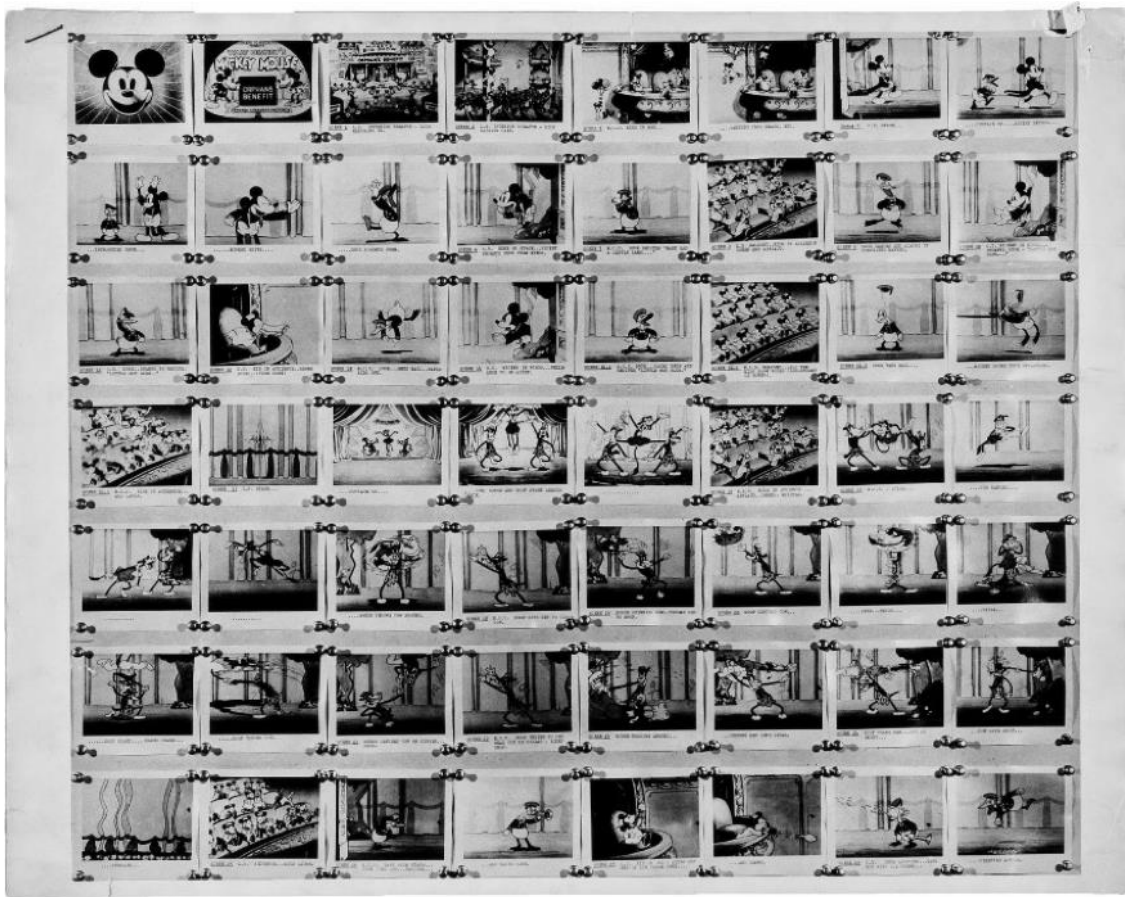


Imagen 33. Storyboard de Mickey Mouse.

Ya modelados los escenarios, *Props* y los personajes caracterizados, se pueden realizar las animaciones con el *DopeSheet*, en la cual se señalan paso a paso y muy específicos, todos los elementos que conforman la animación, y así realizar el ensamble de escena por escena para que al final se pueda realizar una edición general, la cual la podrá desarrollar cualquier animador con dicho documento.

A continuación, se muestran los documentos para realizar buenas prácticas en la *Producción* de una animación:

## Script

Es la narración de la historia que se contará. Permite juntar todas las ideas y da un cierto flujo a la historia que se desea contar. No solo sirve como una hoja de ruta para el cliente, sino también sirve como una hoja de ruta para el talento, el cual necesitará un *script* lo más temprano posible en el proceso.

Con ello, se puede ayudar al talento, no solo a prepararse para estar en el personaje, sino a comprender qué se requerirá físicamente de ellos. Los guionistas son profesionales que se especializan en escribir guiones para películas, programas de televisión, animaciones, videojuegos, etc.

Es común que un guion de película sea reescrito por varias personas mientras un proyecto pasa por la *Preproducción, Producción y Post producción*. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 14)

Los *Script* contienen los siguientes elementos para cada escena:

- Encabezado de escena: breve descripción de cuándo y dónde tiene lugar una escena.
- Acción: descripción de cualquier elemento en movimiento.
- Diálogo: conversación entre personajes.
- Nombre del personaje: que precede a su línea en un diálogo.
- Transición: edición de transición entre tomas o escenas.
- Disparo: nombre de una captura de cámara.

## Storyboard

El guion gráfico es una representación visual 2D del guion común. Un *script* se convierte en una secuencia de dibujos y texto corto que acompaña a cada dibujo. Presentan elementos esenciales de rendimiento del personaje, tiempo, puesta en escena, cámara, edición y sonido.

El dibujo para un guion gráfico generalmente es un boceto rápido en miniatura que permite visualizar previamente los movimientos, y las emociones del guion. El *Storyboard* ha sido tradicionalmente uno de los pasos más importantes en las preproducciones de animaciones, películas, programas de televisión y juegos, permiten a creadores de contenido, directores, artistas, directores de fotografía, clientes y cualquier otra persona involucrada en la *Pre Producción y/o Producción*, tener una idea clara de cómo se verá el producto final. Es así como se crea un *Animatic*<sup>9</sup>. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 15)

## Short List

Es una lista de acciones o movimientos que se compilarán para crear una escena. Frenar la historia en un disparo le dará una muy buena idea sobre cuán compleja es cada toma. Este es uno de los primeros y más importantes pasos para organizar un proyecto.

---

<sup>9</sup> Es un video con los frames más importantes y representativos de la animación para poder ser aprobado y pasar a la Producción del proyecto.

Puede indicarle cuántos días tomará una sesión fotográfica, qué tipo de talento se necesitará, en qué días, si se necesitarán aparejos especiales, etc. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 15)

### Animatic

Es básicamente un guion gráfico que se encuentra en un formato basado en el tiempo que tiene elementos visuales y elementos de sonido, donde ambos elementos se sincronizan y editan juntos para ajustarse unos a otros, esto nos permite ver cómo funcionan los tiempos y los elementos cinematográficos de la cámara. Eso hace que sea más fácil determinar si la historia se cuenta o no de manera efectiva.

El rollo de progresión es similar al *Animatic*, pero los disparos y las escenas en un rollo de progresión son reemplazados repetidamente, con escenas animadas y elementos que están más cerca de los finales a medida que avanzan las producciones. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 16)

### Talento (Actor)

Se debe estar totalmente seguro de que se trabaja con el talento adecuado y elegido correctamente para cada situación. El talento correcto producirá una buena *Captura* de Movimiento. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 17)



### Marcadores (Marker)

Es el conjunto de puntos fluorescentes que definen una posición determinada de acuerdo a cada extremidad del Actor, *Prop* y todo lo demás que se *captura*. Algunas preguntas que se deben plantear cuando se agregan marcadores son: ¿cuáles son las limitaciones de su sistema?, ¿qué tan cerca pueden estar los marcadores entre sí?, ¿qué tipo de movimiento se captura? y si ¿los marcadores están en ubicaciones lógicas? (Midori Kitagawa, Brian Windsor 18)

### Volumen de captura

Se habla de *Volumen de Captura* se trata de toda el área que se encuentra dentro de la visibilidad de las cámaras (imagen 35); es la cantidad de espacio 3D que el *Sistema de Captura de Movimiento* puede "ver".

(Midori Kitagawa, Brian Windsor 21)

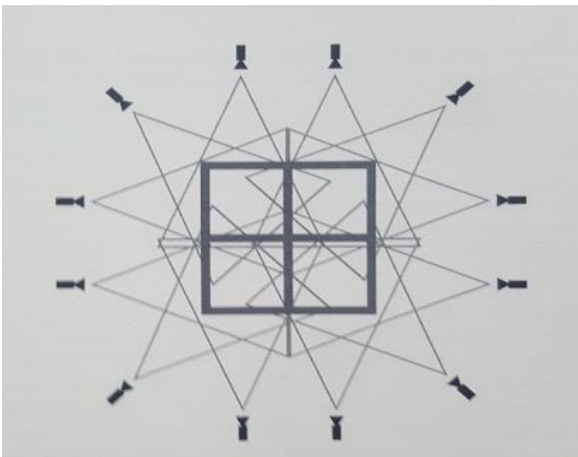


Imagen 34. Volumen de las cámaras.

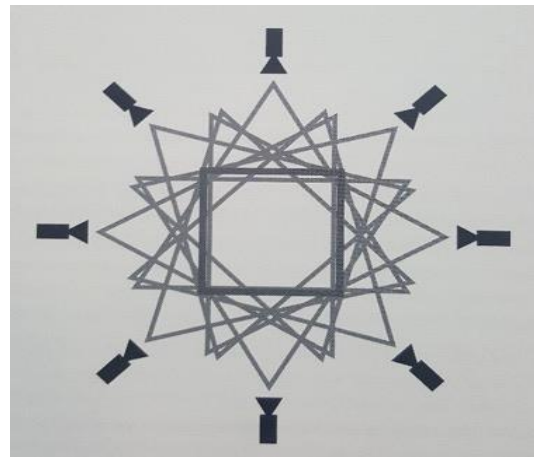


Imagen 35. Alcance de la vista de las cámaras.

En el caso de usar *un Sistema Óptico*, la cantidad de cámaras es un factor importante que determina el tamaño del *Volumen de Captura*.

En un *Sistema Óptico*, el *Volumen de Captura* nunca tiene una bonita forma rectangular o cuadrada, por lo que se deberá verificar el volumen de *captura* antes de cada sesión.

Después de configurar las cámaras, se debe probar si *el Volumen de Captura* tiene puntos ciegos. Para hacerlo, una persona deberá caminar fuera del *Espacio de Captura* con un objeto con al menos tres marcadores para que se pueda rastrear el objeto, de este modo, detectar los marcadores en dónde entran y salen del *Volumen de Captura*, es recomendable asegurarse de moverlo por todo el espacio.

Con un *Sistema Magnético*, el tamaño del espacio de captura generalmente está definido por el *sistema*. Por lo tanto, no se puede modificar según las necesidades específicas de una sesión.

Es necesario calibrar un *Sistema Magnético* para los elementos de la habitación que puedan alterar el campo magnético. La calibración debe hacerse para crear un campo magnético corregido y le permitirá saber dónde se encuentra el límite del espacio de captura. Delinear el espacio de captura en el suelo con cinta le ayuda a saber cuándo se sale de él.

(Midori Kitagawa, Brian Windsor 10)

Recomendaciones para su uso, se puede pasar al proceso de desarrollo de idea, desarrollo al pie de la letra del *Storyboard*, *DopeSheet* y *el ShortList* de los cuales llevará de la mano a la maquetación y desarrollo de idea en la *Producción*.

Como en todo tipo de proyectos personales y profesionales, se tiene que marcar tiempos de respuesta para cada operación de manera en la que se realiza de forma ordenada y puntual.

## **2.2 Conocimiento básico para realizar una Captura**

Es recomendable tener una guía de pasos estandarizada para realizar alguna animación con los diferentes *Sistemas de Captura* que existen hoy en día, algunos de ellos son con los que se trabaja en esta investigación y se explican en el capítulo siguiente.

Es importante tener un conocimiento básico para operar cualquier *Sistema de Captura de Movimiento*, una ventaja que destaca entre los *Sistemas* es que sus procesos son optimizados por algoritmos y varios de ellos son similares entre los diferentes programas de *Captura de Movimiento*, además, se requiere de otros complementos para realizar la edición y ensamble de una escena.

Uno de los programas solo graba la actuación del *Actor* que se encuentra en la etapa de *Producción* y otro para la *Post Producción* es MotionBuilder, que hará la unión de todos los componentes de la animación para entregar un master final.

Se requiere interpretar en pantalla la escena que se va a componer en la etapa de *Pre Producción*, lo primero que se tiene que realizar es el

*Script*, el *Storyboard*, se realizar un *Animatic*, además de necesitar el conocimiento de la anatomía de bípedos y cuadrúpedos, es importante.

Se debe tener en cuenta que, a la hora de utilizar *el Sistema de Captura de Movimiento* preferido, ya sea por costo, accesibilidad, por la facilidad de uso y que se adapte a las necesidades del proyecto.

Los puntos por considerar para realizar *una Captura de Movimiento* son:

- El conocimiento básico de la anatomía humana, ya que facilita la creación de esqueletos y controladores.
- Corrección y edición de la captura realizada.
- Flujo de trabajo entre el operador y el sistema.
- Set Up Actor.

Es fundamental el conocimiento en la creación de esqueletos bípedos al mismo tiempo que se necesita entender el movimiento natural que tienen los seres vivos e interpretar los tiempos entre cada movimiento que se le conoce como *Timing*. Para los principiantes se recomienda que consulten el libro *Timing for Animation* de Harold Whitaker, John Halas y actualizado por Tom Sito, con él adquirirán el conocimiento básico para realizar animaciones más orgánicas.

En diversas ocasiones se necesita hacer ajustes de forma automatizada con posibilidad de recalibrar de forma manual para una animación más orgánica y fluida, apoyados de las herramientas por computadora, como en este caso se usó VICON Blade v.3.4, los pasos a seguir para la captura se simplificaron y se agregaron algoritmos más exactos con menor tiempo de proceso, así se da un gran avance en comparación a

las versiones pasadas del mismo programa en comparación a los sensores y cámaras de las consolas de videojuegos, como es el *Kinect* de Microsoft y la cámara *PS3 EYES*.

La mayoría de los creadores de los programas con los que se trabajó en este documento hacen referencia a que se tiene que contar con el conocimiento que se acaba de presentar, ya que sin ellos no se podrá desarrollar el proyecto de gran calidad.

Las fuentes de consulta, estudio y referencia son los siguientes programas: Autodesk, Adobe, Microsoft, el experto en animación tradicional y el especialista en *Captura de Movimiento* Ron Friedman de PIXAR, Carlos Vilchis fundador de HTG Technologies proveedor de VICON Latinoamérica y a Verónica Morera profesor *Rigger*. de la Universidad VERITAS en Latinoamérica.

También, es necesario tener un buen conocimiento de la interfaz donde se manejan los planos *X, Y, Z*, con los cuales se da el realismo de dicho objeto modelado en tres dimensiones, además el *Trackeo* que se hace con dichos programas nos permite representarlo en los espacios delimitados dentro de cada programa, al igual apoyarse de algún lenguaje de programación como *C#, C, Java, Mel* y *Python* con esto dará un mayor control de los elementos en escena.

Es importante tomar en cuenta lo anterior, ya que con ello se asegura de su correcto funcionamiento y se prevén problemas al no someterse a dichas propuestas, así se muestra un *Flujo de Trabajo* de los sistemas que se ha explicado con la finalidad de optimizar el aprendizaje del lector para facilitar en el desarrollo de las capturas y la promoción de los *Sistemas de Captura de Movimiento a Bajo Costo* para su

implementación en proyectos de los estudiantes, pasantes, artistas experimentales y docentes.

La diferencia de los procesos la *Captura de Movimiento* es muy poca ya que *los Sensores de Movimiento* y las cámaras VICON tienen demasiado parecido, ya que su principio es similar y se manejan por medio de

*Trackeo* de marcadores refractivos con las cámaras infrarrojas sobre el *Actor* en determinadas extremidades y el uso de Multi sensores le ayudan a promediar mejor la posición del *Actor* mediante la detección de un cuerpo frente de él en los planos  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  en pantalla. Algunos sistemas se pueden controlar por medio del comando de voz desde el programa, con aplicaciones para dispositivos móviles y la calibración automatizada, como puede ser el sensor *Kinect* de forma independiente o a través de Brekel por medio del comando de voz y Blade por medio de un dispositivo móvil.

El sistema VICON funciona de la siguiente manera, mientras más cámaras vean a un marcador, su posición será más exacta en referencia a la *Grid*, su principal característica es la triangulación de los marcadores y se utiliza una luz infrarroja para determinar la profundidad en referencia a la posición del objeto en el espacio  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

La detección del movimiento con el sensor *Kinect* es semejante al sistema de VICON, si se usa un solo dispositivo realiza la detección de la forma humanoide gracias a la librería *SDK* solo con posicionarse al frente del sensor del dispositivo. Además, puede tener el uso dual o con mayor número de sensores y así su resultado será más exacto, como es el caso del *Kinect* de Microsoft y *PS3 EYES*.

Así, por el lado de la cinematografía utilizan el sistema VICON con su *Sistema Óptico* para la detección de marcadores a ser seguidos; esto quiere decir, que sería un *Tracking* en términos simples; por ejemplo, los algoritmos de VICON Blade v.3.4 son tan potentes que su nivel de precisión es excelente para uso en exteriores.

En el medio del entretenimiento su uso es fundamental para facilitar las escenas de personajes extraordinarios con movimientos complicados de animar a mano; realizar la limpieza de cada captura a mano, para mayor detalle, por mencionar algunos:

- Andy Serkis en el "Señor de los Anillos",
- En la saga de "El planeta de los Simios"
- "Blade Runner"
- "Avengers".

Para los videojuegos es una herramienta que ha evolucionó el realismo y precisión en cada movimiento, Resident Evil la saga, Call of Dutty, entre otros.

## **2.3 PRODUCCIÓN**

Para poder realizar la *Producción* de cualquier tipo de proyecto, es necesario realizar la planificación de la *Captura de Movimiento* con *Actores* y accesorios, donde se utilizará lo que previamente se habrá realizado en la carpeta de producción, dentro la información del

*Storyboard*, el *DopeSheet*, los *Actores*, los *Prop* y los elementos que se van a ocupar en la escena.

En este apartado se llevará a cabo en orden las capturas, conforme al *Storyboard* donde se guiará como serán los movimientos, las limitantes, la intención y las ejecuciones en especial para desarrollar la animación orgánica, fluida y apegada a la realidad de forma orgánica.

De esta manera se muestra el proceso de captura con el programa de *Blade v.3.4*, que permite obtener un ahorro en el tiempo de grabación, la estabilidad sorprendente y el flujo de trabajo se optimiza entre procesos.

### **2.3.1 BLADE**

*Blade* de VICON programa de *Captura Corporal* con la capacidad de capturar rasgos faciales y movimiento de dedos depende del proyecto con el que se trabaje, los procesos se han optimizado en tiempo y exactitud con sus algoritmos. El manejo del sistema es muy sencillo e intuitivo.

El primer paso es la calibración, preparar el sistema de *Captura* para que pueda indicar dónde están los sensores.

Para hacer esto con un *Sistema Óptico*, generalmente, primero se debe señalar a las cámaras dónde están y corregir la mayor distorsión posible de la lente.



El segundo paso es la calibración para las personas y objetos. (Midori Kitagawa, Brian Windsor 33)

Con ello se dará garantía a que el *Trackeo* de los marcadores que tendrá colocados el *Actor* en pantalla el cual se reflejará su forma corporal y movimiento realizados.

Depende del sistema y del tipo de *Captura* que se realice cambiará su método de calibrar, al agregar o quitar el número de cámaras y mover su posición son unas de las principales razones por las que se tendría que realizar una nueva calibración.

Con esto se concluye que la *Captura de Movimiento* se trata de la *Captura* de objetos reflejantes o por sensores de *Movimiento*, de acuerdo al caso o al tipo de sistema sea *Magnético, Mecánico, Óptico, Ultrasónico, Inerciales y Sonar profesionales*, además entre los *Sistemas de Bajo Costo* se encuentran: el *Sensor de Movimiento Kinect* en sus tres presentaciones *360, ONE y Developer*. Estos *Sistemas* recolectan la información de *Actor* para posteriormente interpretarla por el programa de conveniencia en este caso se usa *Blade 3.4, iPi Soft y Brekel Pro Body*.

Más adelante se expondrá detalladamente el conocimiento básico para poder realizar una *Captura de Movimiento* con los sistemas antes mencionados, para cumplir con la finalidad del documento, que es proporcionar el conocimiento necesario para poder desarrollar un *Sistema de Captura de Movimiento a Bajo Costo*, y la comparativa con uno de los sistemas de captura de uso profesional en las diferentes áreas mencionadas.



Imagen 36. Blade 3.5 – Varios personajes.

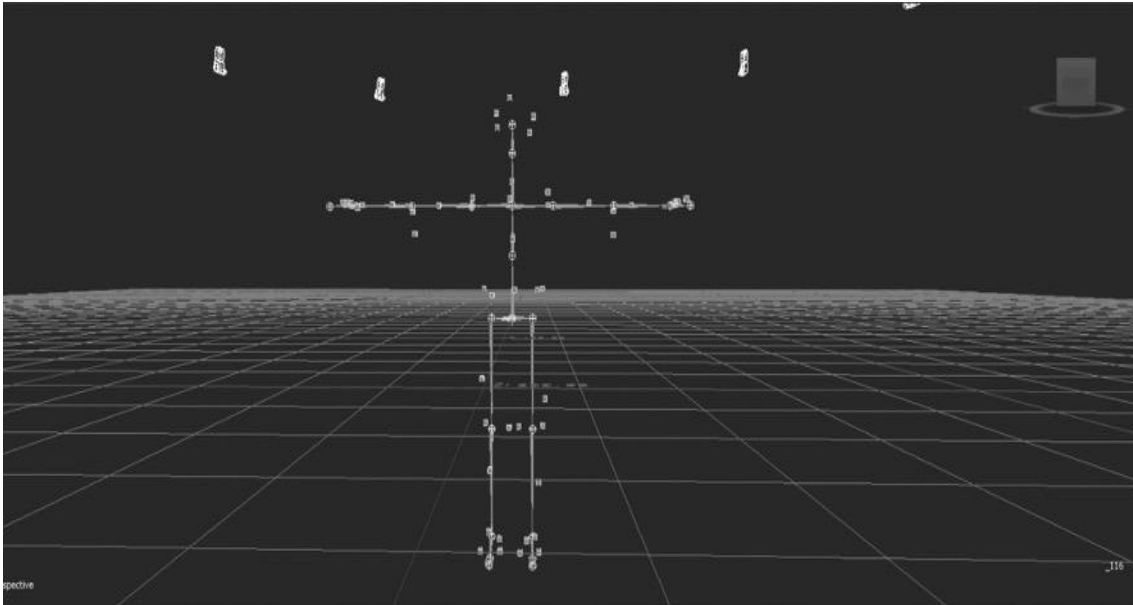
A continuación, se expondrán los pasos para realizar algunas *Capturas de Movimiento* con los diferentes *Sistemas de Captura* que se abordan en este documento las cuales se explican paso a paso, y de igual forma las diferencias entre los *Sistemas*.

El personaje de un juego o animación es en última instancia a dónde se quiere que vayan los datos de la captura. El esqueleto que va dentro del personaje que se va a trabajar en el sistema de captura de movimiento.

Hay diversas maneras de representar el esqueleto. Las preguntas son:

- ¿Qué se va a hacer con el esqueleto y en qué nivel?
- ¿El personaje va a estar principalmente enmarcado con alguna *Captura de Movimiento*?
- ¿Se realizará alguna edición de *Captura de Movimiento*, como en *MB*?

- ¿Qué necesita el formato de salida final para mi cliente?



*Imagen 37. Esqueleto en Pose -T con los marcadores sobre puestos.*

El esqueleto se necesita crear de manera predeterminada por el programa de captura de movimiento.

Verificar si el programa que se utiliza espera una postura en especial para su caracterización o las articulaciones están orientadas de una manera específica.

Cada *esqueleto* utiliza un enfoque similar, pero puede dejar el eje X de un punto a la siguiente unión, en lugar del eje Y. Considere estas diferencias antes, sobre los ejes de rotación conjunta es la articulación del pie o el tobillo. Por lo general, se hace que este sea ortogonal a todos los demás huesos, de modo que el eje Z de la unión aún apunta hacia adelante. Esto puede facilitar la edición y la rotación del pie.

Se debe asegurar que todas las articulaciones tengan un eje orientado de forma consistente hacia abajo a lo largo de un hueso. Actualmente, el eje  $X$  se usa a menudo como el eje principal; sin embargo, era más común usarlo en el pasado. La columna vertebral es una de las áreas donde puedes mapear una variable en varias articulaciones. Si no se orientan los ejes de rotación de las articulaciones de la columna vertebral de manera constante, la articulación se doblará en formas inconsistentes. Hay múltiples maneras de manejar la columna vertebral.

### ***2.3.1.1 ¿Cuántos huesos se deben usar?***

La mayoría de los programas de animación no son capaces de manejar la articulación del hombro correctamente y tratarlas como articulaciones de rotación de tres grados de libertad (DOF). Sin embargo, hay lugares en que los brazos no pueden alcanzar sin la articulación y la columna vertebral para rastrear la rotación y la traslación de los hombros.

En general, el personaje ya está diseñado y modelado antes del rodaje. Entonces, las proporciones del personaje 3D ya han sido determinadas antes de capturar los datos. El mejor resultado proviene de un esqueleto que coincide con las proporciones de la persona en el traje lo más cerca posible. Si se puede usar la proporción del sujeto de captura, tomar los datos del marcador en  $Pos - T$  (esqueleto con los brazos extendidos horizontalmente, forma una T con el cuerpo) y sirve como base para las longitudes de los segmentos del esqueleto, se debe pensar en dónde ocurrirá la edición.

Supongamos que el esqueleto con el que se trabaja, tiene uniones de dedos para enmarcar las llaves, pero no capturará ningún movimiento del dedo. El esqueleto de captura no necesita las articulaciones de los dedos a menos que se planea agregar el Movimiento del dedo dentro del paquete de edición de *Movimiento*. Si la edición (key-framing en este caso) ocurrirá en un paquete de animación 3D, entonces se deben dejar las articulaciones de los dedos fuera del esqueleto de la captura, ya que nunca serán tocados y siempre existe la posibilidad de mapear datos accidentalmente.

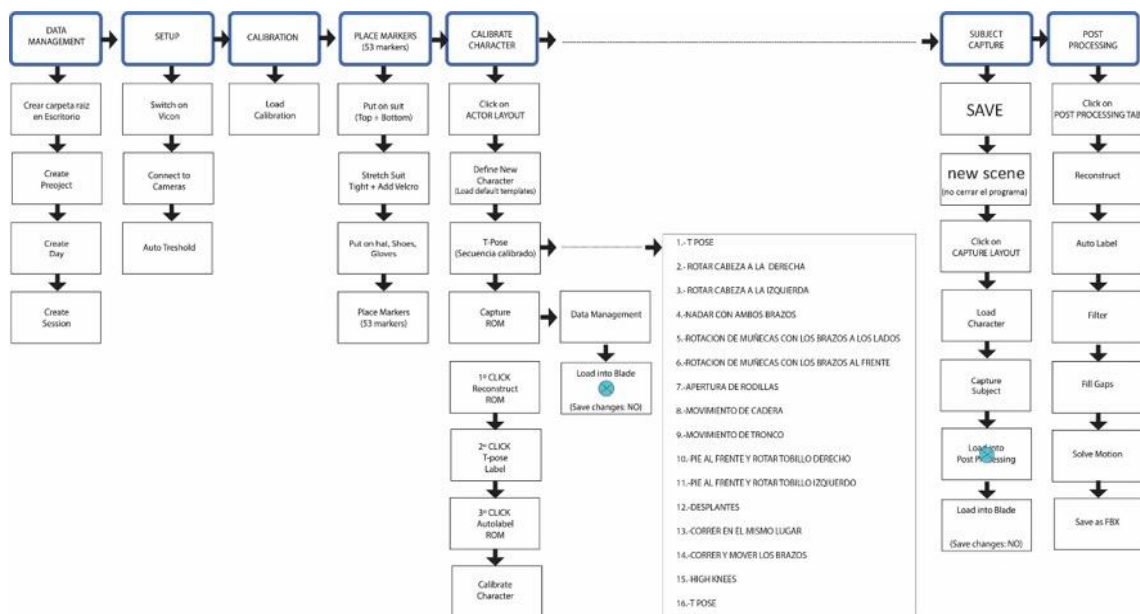


Imagen 38. Sistema VICON Blade pasos para una captura.

Con un *Sistema* sofisticado y exacto en sus resultados, tiene aplicaciones en diferentes áreas como la medicina, milicia, pero su principal uso para el *Sistema Óptico* de VICON es en el área del

entretenimiento, herramienta utilizada en la industria fílmica y de videojuegos principalmente por su costo y nivel de detalle tan exacto.

Al igual que el *Sistema de Captura Facial*, es muy bueno, increíble a nivel de detalle, por el conocimiento previo que se pide para su uso, como: anatomía facial, creación de esqueletos, uso de programas intermedios como Maya y MB para su uso e integración en la animación.

A continuación, se da una explicación resumida de su uso y manipulación con MB.

### **2.3.2 Programa CARA Live & Post**

El *Sistema de Captura Facial* tiene dos programas para su uso, el que realiza la captura de las marcas sobre la cara del *Actor* que se llama CARA Live, para después pasar esa información a CARA Post, que llevará a cabo el trabajo de *Post producción*, donde se realizará el etiquetado de cada marca, limpieza y exportación de la información al programa de edición, en este documento se usa MB de Autodesk.

El programa CARA Live, es el programa que exclusivamente se usará en las *Capturas Faciales*, todo lo que concierne a estar en vivo (*Live*), para posteriormente trabajar en la limpieza, corrección y depuración de datos con CARA Post.

El *CARA Post*, es un *Sistema de Captura de Movimiento* que permite la localización, reconstrucción de un objeto de manera automática, específicamente para el equipo de *Captura Facial*.

El *sistema* guarda la información de 4 cámaras simultáneamente mediante el registro de *Blobs*<sup>10</sup>. Las marcas son visibles a las cámaras por el contraste que se genera entre la superficie del objeto, se automatiza el proceso para la creación de las *detecciones* (*detections*), también llamadas puntos de asociación para finalizar la comparación entre marcas y bordes del objeto.

El programa permite visualizar anomalías (*hoyos, fallas, etc.*) para ser procesados y exportados en formatos como *c3d, fbx* y varios más.

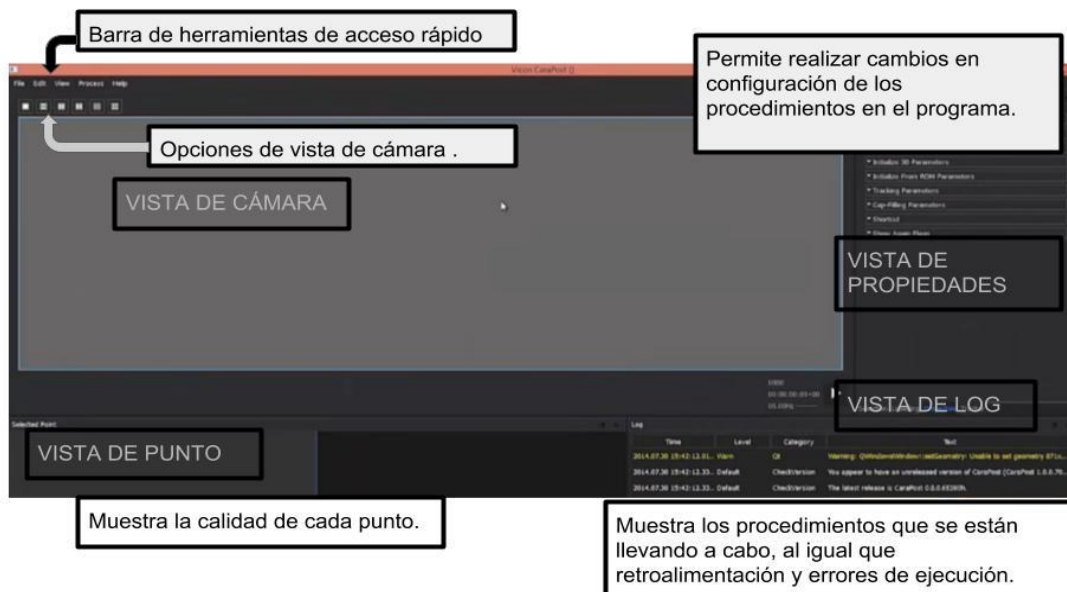


Imagen 39. Interfaz CaraPost.

<sup>10</sup> Son marcas que se colocan en la superficie del objeto a capturar, con la finalidad de predeterminar su espacio tridimensional.

Las nuevas técnicas que se han generado a partir de los años 80s, han sido innovadoras y han puesto a la industria de la animación al mismo nivel que otras áreas de entretenimiento.

En la actualidad los videojuegos, los interactivos, los *Avatar*, etc., son muy populares ya que se pueden personalizar y utilizar para tener una interacción máquina-persona, con ellos los estándares de movimiento y fluidez cada vez son más estrictos.

En el mundo del entretenimiento se utilizan sensores y cámaras especializadas para poder realizar la *Captura de Movimiento* con ayuda de programas puentes, como MotionBuilder, iPi Soft, Brekel Pro Body, entre otros, solo mencionamos los programas que se usan principalmente en el documento.

La herramienta de MotionBuilder es indispensable para la corrección de *frames*, la limpieza y pulido de movimientos, hasta su ensamble como la animación final, tiene el potencial suficiente para soportar *Plugin* de terceras personas para poder hacer uso de su interfaz y manipular los *Sistemas* de entretenimiento como una herramienta de captura.

Con ello, se presenta la paquetería de *Kinect SDK* depende de qué sensor se use, se encuentran en el mercado tres dispositivos, dos de entretenimiento y uno dedicado al desarrollo de aplicaciones.



### 2.3.3 Kinect

El dispositivo Microsoft *Kinect* Windows para *capturar* el rendimiento *corporal* de un solo *Actor* dentro del *volumen de captura*.

El uso de este tipo de tecnología, y su uso en otras áreas es lo que hace fabuloso el *hardware* con el que se trabaja en este proyecto, como es el caso del *Kinect*, que es un *Sensor de Movimiento* y con ayuda de programas puente permite el uso en otras áreas de interés de los jugadores, ha llegado a superar las expectativas de sus desarrolladores, tanto que sus funciones han llegado a desarrollar sistemas como:

- Sistema de probadores interactivos.
- Sistemas de Fotometría.
- Sistemas de *Captura Facial*.
- Sistema de *Captura Corporal*.
- Sistemas de Sensores Movimiento.

Y se agrega un plus si uno es desarrollador en algún tipo de lenguaje de programación, como PHYTON, C, Java.

Como se puede ver, el *Kinect* es un *hardware* potente ya que por sí solo permite la *Captura de Movimiento* y con ayuda de ciertos complementos, por ejemplo, iPi Soft, ya que se trata de un buen programa que nos permite realizar la *Captura* por medio de multicámaras, esto quiere decir que nos permite utilizar más de dos

Sensores, como pueden ser: *Kinect Microsoft, Kinect 360, Kinect ONE, PS3 EYES* cámara o de Asus.

### 2.3.4 Brekel *Kinect Pro Body*

Brekel es un programa independiente que puede funcionar de la mano con MB, eleva el potencial de respuesta, estabilidad y fácil manejo dentro de su interfaz ya que utiliza los *Sensores de Movimiento* de Microsoft *Kinect 360, Kinect ONE* y *Kinect*.

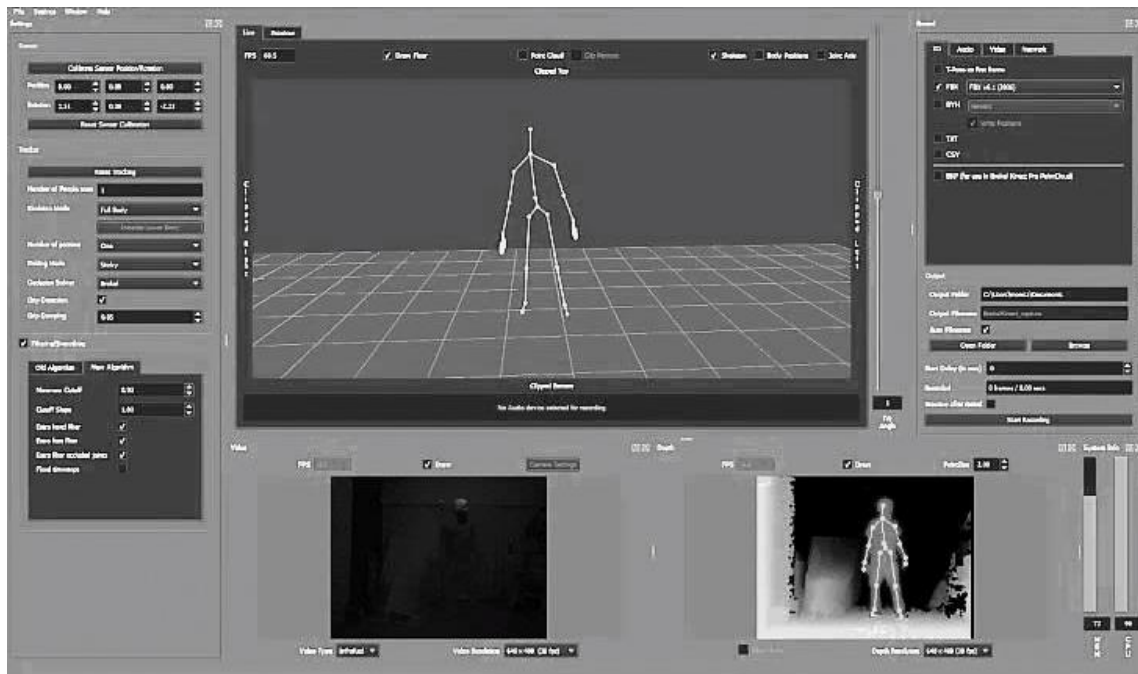


Imagen 40. Intefaz Brekel Pro Body.

El primer paso para poder utilizar Brekel Kinect Pro Body es tener instalado MB como programa principal, después instalar el programa Brekel Kinect Pro Body de forma independiente como complemento. En

este documento se trabaja desde la interfaz de MB complementándolo siempre con alguno de estos programas, ya que se cuenta con diferentes programas para complementar la *Captura Corporal, facial y de manos*<sup>11</sup>.

Como se mencionó anteriormente, Brekel Pro Body tiene la capacidad de trabajar de forma independiente desde su interfaz del programa aun así tiene mayor control en MB, ya que trabaja de forma independiente y no con las limitantes que nos presenta el Plugin dentro de MB.

Brekel tiene varios programas alternativos para poder realizar diferentes tipos de *captura*, ya sea corporal, corporal condedos, facial y de forma global.

Previamente antes de empezar la captura se debe determinar qué partes del cuerpo se necesita capturar y así se podrá tener en cuenta qué programas se usarán, ya que no tendría caso que se use *captura* de dedos si en pantalla no se verán las manos, por poner un ejemplo:

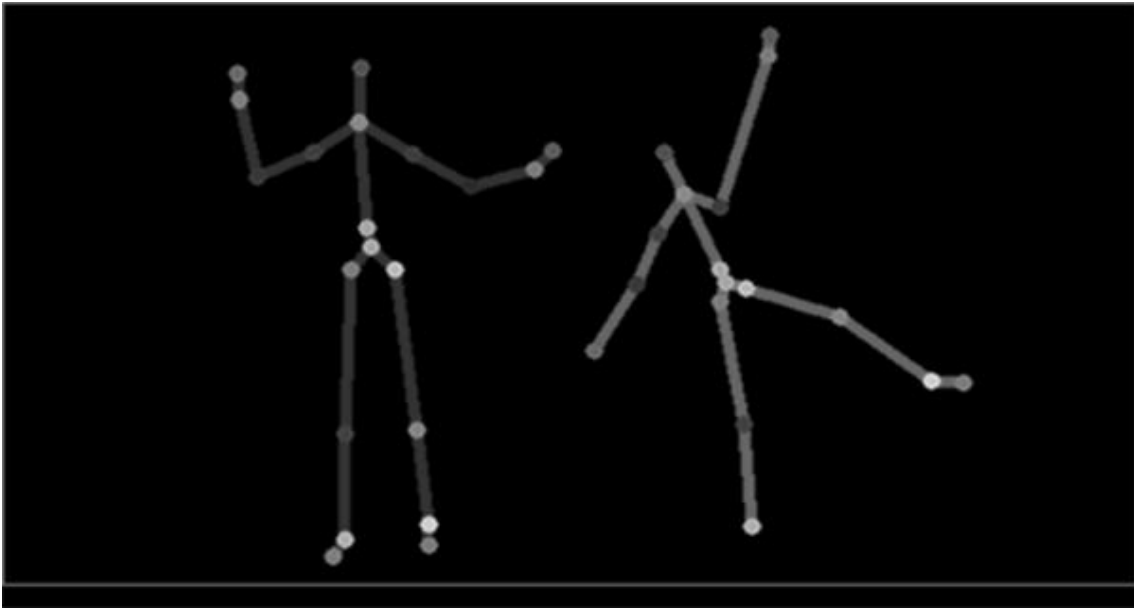
Programas complementarios en la captura:

- Pro Hands
- Pro PointCloud v1
- Pro PointCloud v2
- Pro Body v2
- Pro Face v1
- Pro Face v2

---

<sup>11</sup> <https://vimeo.com/99276749>

Las versiones que se usaron fueron gratuitas, las de características de pago tienen mayor rendimiento, potencia y exactitud sin igual, recomendado para proyectos cinematográficos, series en línea o a comercializar.



*Imagen 41. Brekel nos muestra la forma humanoide.*

Por todo esto, se recomienda totalmente la herramienta para su uso en proyectos independientes donde se quiere elevar el movimiento orgánico y fluido que nos brinda Brekel, de este modo se tiene una gran gama de programas para facilitar nuestras necesidades en la *captura*.


Su uso es totalmente intuitivo y fácil de transportar el equipo de *captura*, tiene tres posibilidades entre los *hardware* como sensores y la variedad entre los programas brinda la confianza de utilizar dicho programa.

Al igual se pueden utilizar las páginas de descarga de modelos con animaciones gratuitas como Character Generator y MIXAMO, para realizar ejercicio de edición.

A continuación, se muestra la manera de trabajar cuadro a cuadro, como lo hacían los pioneros de la animación, como los creadores del Pájaro loco, Los Picapiedra, Los Supersónicos, entre otros más.

La diferencia será que se editarán las marcas que se han colocado en el rostro del *Actor* y se copiarán por medio del *Trackeo*.

### **2.3.5 iPi Soft**

 Ya que se tiene configurado el modelo al que se le va a agregar al *Actor* el cual copiará los movimientos, el modelo solo se tiene que colocar al centro de la *Grid* en *Pose - T* al inicio y al término de la captura para facilitar la manipulación en el modelo al emparentar al esqueleto.

Al concluir con las *capturas* se tendrá que exportar las animaciones en formato *fbx* y *c3d* para que sea compatible con MotionBuilder, Maya, 3DMax de Autodesk.

iPi Soft incluye todas las funciones básicas necesarias para el seguimiento de alta calidad de los *movimientos* más complejos e

incluyendo rotaciones como el baile, la lucha, la *Captura de Movimiento* de alta precisión, como en el deporte, etc.

Una herramienta de videojuego que ayuda a calibrar el *Sistema* de seguimiento de accesorios con la ayuda de sensores de movimiento (Sony Move, Nintendo Wii Remote).

*Configuraciones admitidas:*

- 1 o 2 sensores de profundidad (*Microsoft Kinect 2 / Kinect*)
- 1 o 2 sensores de profundidad (*ASUS Xtion o PrimeSense Carmine 1.08*)
- 3 a 8 cámaras *Sony PlayStation Eyes Camera*
- 6 cámaras USB (*Sony PS3 EYESS*)

iPi Soft es un *programa* que permite *Capturar Movimiento*, usa recursos que están al alcance de todo el mundo, incluso se pueden encontrar en un centro comercial.

Se puede usar el entorno que se tenga para grabar como puede una la oficina, un el salón de clases, etc., cabe destacar que tampoco es muy exigente con la iluminación.

Tampoco será necesario que use un traje especial con marcadores refractivos.

### **2.3.6 Captura Artesanal**

En esta sección se muestra el desarrollo una *Captura de Movimiento* por medio de la técnica de *Trackeo*, la cual es el seguimiento de un punto sin perder lo de vista y en los momentos que se llega a desaparecer dicha marca, es llamada *Oclusión*, tiene la posibilidad de calcular la información faltante con ayuda de los algoritmos de los programas After Effects Adobe o Match Mover de Autodesk que son los programas que se utilizan este proyecto.

La principal cualidad de este ejercicio es el *Trackeo* de marcas para seguir la trayectoria de cada una para después interpretarlas en un espacio 3D para que realice *el Volumen de Captura*.



*Imagen 42. Marcaje básico en el Actor para realizar Tecking para emparentar a Controles en Maya.*

Esta técnica es avanzada y muy precisa, solamente que es un proceso lento, ya que cada marca a *Trackear* es independiente de la anterior, o siguiente. Se trabajará con *Locator* en cada *Marcador* que se colocó en la cara, y en ella debe contener como mínimo 3 *marcadores* dentro de una misma área; esto quiere decir, que si se trabaja en la *ceja izquierda* se posicionan tres marcadores en toda esa sección dividido en tres partes de forma proporcional, cada *Set Up* es diferente, ya que cada animación y proyecto es diferente, tendrá similitudes, pero nunca será igual. En este ejercicio se utilizaron 43 marcadores en toda la cara, los cuales se encuentran alrededor de la cejas, ojos, parpados, mentón, labios, nariz y ceño. Con esta técnica se conjuntan varias formas y conocimientos, ya que va desde la elaboración del modelo, la planeación del movimiento facial que lleva a desarrollar el esqueleto a usarse, posteriormente al desarrollo de *Set Up* que se requiere por medio de jerarquías, el uso de pesos para determinar la influencia (*Blind Skin*) en el modelo sobre cada *Locator*, implementación de varios programas donde se puede decir que es una técnica avanzada y de uso artesanal.

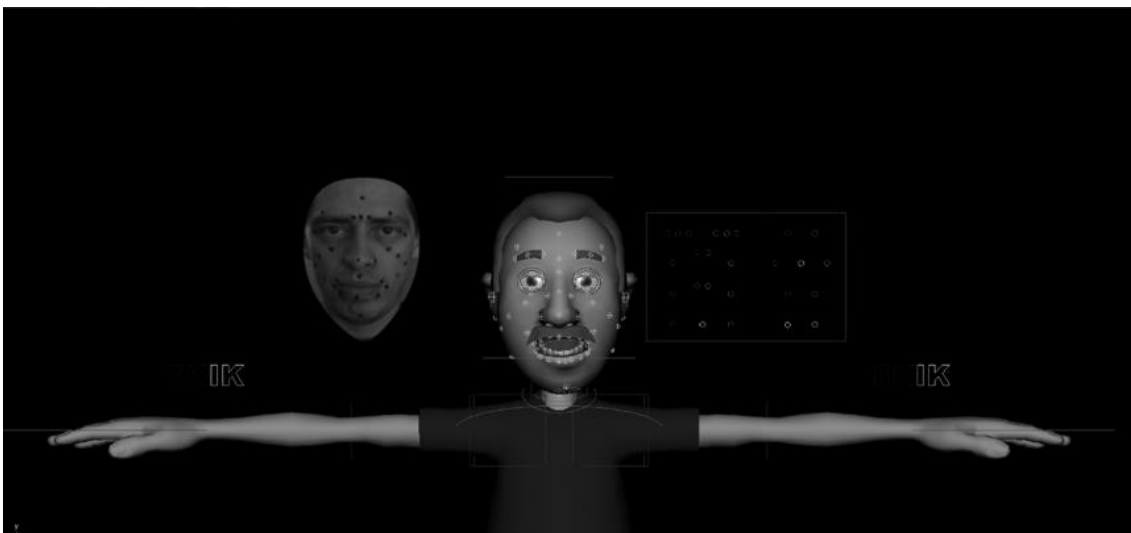


Imagen 43. Controles faciales emparentados a los Locator de la video referencia.



Realizar este tipo de *Animación Artesanal*, a la vieja escuela, donde se tiene que poner en práctica toda la experiencia escolar y laboral, para poder entender y desarrollar los principios de la animación a todo su esplendor, sin olvidar que son 12 principios fundamentales *para la animación*, en este ejercicio se agudiza y perfecciona por el nivel de detalle, de complejidad y conocimiento de herramientas, unificado todos estos requerimientos en una sola animación, al tener a la mano la tecnología que nos simplifican los pasos y optimizan los tiempos que se tarda el proceso, esto es muy ventajoso.

Como se mencionó anteriormente, en toda animación sea 2D, 3D, Mixta y/o *Captura de Movimiento*, se tiene que realizar la limpieza y pulido de *frame* para su mayor fluidez y semejanza a la realidad.

Si se trata de un animador emprendedor, querrá tener cierta tecnología, facilidad de desarrollar proyectos cada vez más robustos y de mayor duración, con ayuda de las nuevas tecnologías se pueden desarrollar *Sistemas de Captura de Bajo Costo* para cualquier persona, principalmente está enfocado a estudiantes, recién egresados y para artistas urbanos experimentales. Como se muestra a continuación, se detalla cómo hacer un *sistema de Captura de Bajo Costo* con el equipo de un *sistema* de videojuegos, una computadora y conocimiento de programación

### **2.3.7 Sistema de Captura de Movimiento Casero**

Como se ha mencionado durante este capítulo, *la Captura de Movimiento* es una técnica para digitalizar movimientos de un *Actor*, y así poder crear una simulación de los movimientos en tiempo real en el modelo dentro del programa seleccionado, de los cuales se representan en pantalla gracias a las marcas capturadas con cámaras infrarrojas lo que permite tener mayor precisión para animar el modelo 3D de manera optimizada e intuitiva. Para facilitar esta tarea la mayoría de los programas 3D incluyen herramientas para transcribir la información de algún dispositivo de entrada poder interpretar la información del movimiento que será registrado para más tarde implementar la captura a algún personaje en Maya, esto depende de la finalidad del proyecto.

Existen dispositivos avanzados como los *Sistemas Ópticos*, que incluyen trajes y sensores que permiten recopilar los datos sin tanta complejidad y dan mayor precisión. Debido a su precio y las pocas posibilidades de acceder a un sistema profesional de *Captura de Movimiento* suelen ser bastante caros y difícil de adquirir; sin embargo, es posible capturar datos de diferentes dispositivos comunes como teclados, *Mouse* o *Joystick*, el *Kinect*, cámaras *PS3 EYES*, etc.

La *Captura de Movimiento*, es utilizada para generar movimientos humanos en el área salud, esto nos permite la recopilación de información confiable para programar y desarrollar, por ejemplo, una prótesis biomecánica, gracias a este sistema se ha logrado tener una mayor exactitud en sus movimientos; ahora bien, esto ayuda al campo

de la medicina, en especial a el área de psicología, como todo proceso manual, también se puede animar *slider* (*set control*) para controlar las expresiones faciales.

El primer requisito para lograr la *Captura de Movimiento Casera* es poder usar un dispositivo de sensores de movimiento conocido como *Kinect*, ratón, teclado, *Joystick*, *Gamepad*, dispositivos *MIDI*, etc., depende del dispositivo que se utilice, será el tipo de información que se guardará para luego realizar su interpretación. En este caso el documento está enfocado a la *Captura de Movimiento a Bajo Costo*, con ello se usan cámaras *PS3 EYES* para capturar los movimientos del *Actor*.

Para terminar, se ejecutará la función que grabará el movimiento, con lo cual el programa creará automáticamente los fotogramas claves necesarios. Incluso, sobre los fotogramas creados, es posible poder trabajar y modificar sus valores de forma manual. (Tu propio sistema de *Captura de Movimiento* 1)

### **2.3.8 ¿Cómo hacer un Sistema de Captura Casero?**

Estos sistemas se utilizan para las animaciones en *c3d*, para realizar la captura se necesitan como mínimo 2 cámaras que graben la misma cantidad de *FPS* si es cámara *Réflex*, en este estudio se utilizo el *Kinect* y *PS3 EYES*. Si se llega a utilizar las cámaras tipo *réflex*, se recomienda 3 lámparas de luz negra, una por cada cámara y una al centro que va entre las cámaras. Se pueden usar marcadores fluorescentes que se

colocaran en cada extremidad para determinar su movimiento independiente, que son fáciles de conseguir por internet, un traje de licra lo más ajustado al cuerpo del *Actor*, lo recomendable es que sea lo más exacta la posición de la articulación para que sea igual al del esqueleto digital.

Se colocarán las cámaras de forma perpendicular hacia el *Actor* todas dirigidas al centro de la *Grid*, previamente delimitada para que el *Actor* pueda realizar su captura.

Después de cambiar la configuración de la cámara *PS3 EYES* a modo descrito en el capítulo siguiente, solo hará falta poder programar el sistema con el lenguaje de programación que desees para realizar la interpretación de los datos *capturados*, y así transcrito a movimientos humanos con una fidelidad impresionante, ya que no es un proceso que sobre carga el trabajo en el *hardware*.

A todos nos ha llegado a gustar inmensamente aquellas películas en las que aparecen personas en 3D, en donde se logra apreciar una gran cantidad de efectos especiales, lo cual es utilizado generalmente en muchas de las producciones del momento. En este campo de la animación 3D quizás nos hayamos involucrados con alguna de las herramientas especializadas para ello, desarrollado algún personaje y al que posteriormente se le aplicarán determinados movimientos de su rostro, dedos y cuerpo. Para poder hacer uso de esta técnica avanzada de *Captura de Movimiento* son utilizadas por parte de desarrolladores de tecnologías, algo que puede ser muy costoso para quien hace una infografía básica.

Ahora, con una simple webcam puedes *capturar movimiento* de personajes.

Un nuevo proyecto realizado por la Universidad de Keiro, han impulsado que sus estudiantes puedan desarrollar un nuevo *Sistema de Captura de Movimiento a Bajo Costo*, apoyándose en una cámara de videoconferencias, tal y como podemos apreciar en el video de demostración.

### Natural Point OptiTrack

Video-referencia:

- <https://www.youtube.com/watch?v=2fHq4ycQPng&feature=related>
- <https://www.youtube.com/user/NaturalPointInc#p/u/31/eJGU7W0ZiuU>

Se basa en la técnica de la fotogrametría que determina las propiedades geométricas de los objetos y las situaciones especiales de seres vivos a partir de imágenes fotográficas.

Pero si se trabaja con una foto se puede obtener información en primera instancia de la geometría del objeto, es decir, información bidimensional, si se trabaja con dos fotos en la zona común a estas (zona de solape) se puede tener visión estereoscópica; o, dicho de otro modo, información tridimensional.

Una vez que se tenga el modelo, el usuario puede vincular determinados puntos de referencia del rostro y cuerpo con el modelo propio, todo ello

si se utiliza una sencilla cámara de videoconferencia; así, este un dispositivo de elemento básico para que el proyecto entre a la categoría de bajo costo.

En los últimos años, la *Captura de Movimiento* se implementó en el cine, con su afán de continuo mejoramiento logra mostrarse con gran esplendor en la película *Avatar*, donde ayuda a los animadores a contar una historia de manera increíble gracias a la *Captura de Movimiento Facial y Corporal*.

Básicamente, lo que se necesita para realizar este tipo de *Captura de Movimiento* es un traje con marcadores fluorescentes, 6 cámaras de captura (PS3), espacio suficiente para realizar la coreografía un ordenador con un programa como ARENA, MB de Autodesk, Poser, Brekel Pro Body, iPi Soft, etc.<sup>12</sup>

Requerimientos del *Sistema de Captura de Movimiento Casero*.

- Para un solo *Actor* con 6 cámaras, es: un procesador Core i5, 1 GB de RAM, DirectX9 y 2 USB 2.0.
- Para tener 2 *Actores* en escena necesitamos de 13 a 18 cámaras, 2GB de RAM, 4 USB y un Core i7.

Este método de captura es uno más que se realizó con ingenio y con los recursos que se tenían disponibles, y así exponemos un sistema de

---

<sup>12</sup> Esta opción es súper fácil de realizar para proyectos casero, animaciones experimentales y empezar a realizar los primeros trabajos de un compositor de escenas, donde se necesita tener un modelo, una animación, escenario y una historia que contar, donde un tiene que realizar un mayor trabajo cabe la opción de usar herramientas gratuitas para poder descargar modelos con esqueleto y textura listo para agregarse a una escena y realizar la captura necesaria con base en el *Storyboard*.

*Captura de Movimiento de Bajo Costo* desarrollado por la Universidad, con esto se comprueba que con dispositivos de diferentes áreas se pueden reutilizar como es el caso de los sensores *Kinect* y las cámaras *PS3 EYES* de uso en video juegos.

Al tener gran potencial de los *sistemas* y con ayuda de los programas puentes como *Brekel Pro Body*, *iPi Soft*, entre varios, como trabajo de la *Post Producción*, se tiene que realizar un tratamiento en el esqueleto, como parte de esto se debe renombrar cada uno de los huesos a capturar, y se tiene que repetir este proceso de *Retargeting* con *Nomenclatura* específica en MB, este proceso se puede realizar de forma automatizada y de forma manual.

A continuación, daremos una breve explicación de ello.

### **2.3.9 Caracterización**

En este apartado se reorganizar la orientación de los huesos para que realice movimientos humanos realistas con sus limitantes y el etiquetado de cada uno de los huesos, complementar con la descripción del uso de *MIXAMO Rig*, al implementar animaciones propias y exportación, y manipular plataformas como *Character Generator* y *MIXAMO* de forma gratuita, se debe aplicar el *Plugin (Maya Auto Control)* que facilitará la manipulación del proceso desde la interfaz de Maya, cuenta con su versión de escritorio para Maya.



Imagen 44. Contenido del paquete Maya Auto Control.

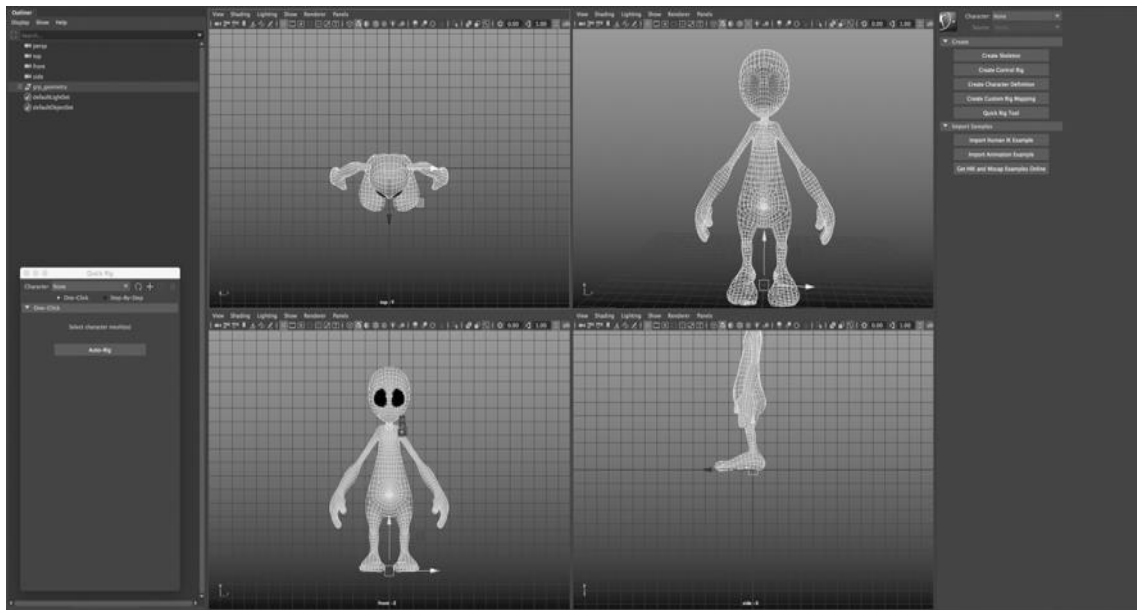


Imagen 45. Interfaz de Auto Rig - Modelo a usar sin esqueleto.

Para realizar diferentes procesos como la creación de esqueletos, opciones de animación, exportación de las animaciones y un apartado de utilería con el *Plugin* MIXAMO de Adobe, se tiene que descargar un *Zip* de la página oficial. Se cuenta con varias caracterizaciones para poder realizar animaciones más complejas, ya que puede uno agregar los escenarios creados en forma de modelo, pantalla verde de vídeo para posicionarlo sobre alguna superficie y hacer ver la interacción de forma amigable.



Las ventajas de trabajar con este programa es la interacción con los programas hermanos, ya que cuentan con el *Dynamic Link*, lo que este hace es ligar el programa MB con Maya para completar los modelos, crear esqueletos, luces y dinámicas, En la interfaz de Maya da la posibilidad de exportar el modelo a Mudbox para agregar texturas, luces, poses, *Retopología* y todas sus herramientas, con programas externos a su paquetera tiene la posibilidad de exportarlo a Unity de forma nativa al igual que con Unreal, previamente instalados en la computadora a trabajar, si no, no se habilitar dicha opción.

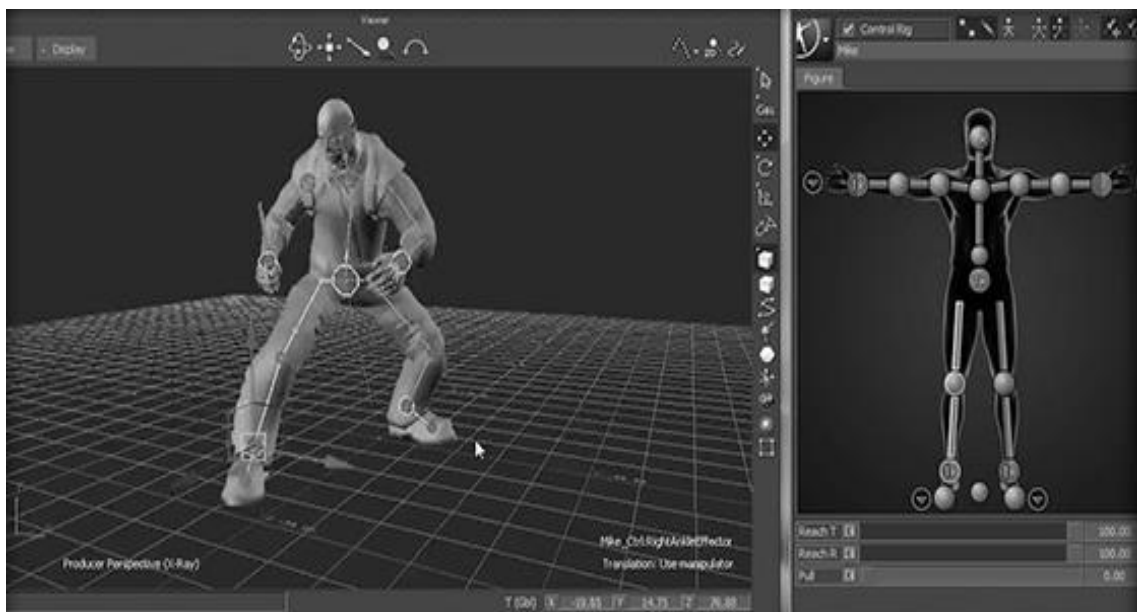


Imagen 46. Modelo con Retargeting y limpieza de Capturas.

Con esta Super herramienta se ahorra bastante tiempo se simplifican los pasos y dan pie al desarrollo de nuevas propuestas, así mismo, se abre la posibilidad para desarrollar proyectos más robustos y con una larga duración.

A lo largo de este documento se han revisado los procesos a seguir para desarrollar una animación con un *Sistema de Captura*, solo faltará llevar a la práctica lo aprendido en los procesos explicados, para así dar el toque final, una etapa más, llamada *Post Producción*.

## 2.4 POST-PRODUCCION

*La Post Producción* es la última parte del proceso de elaboración de un programa, video juego, serie, película, etc. En esta etapa se suman las áreas en la finalización de un producto visual, las cuales son: la edición, sonorización y los efectos especiales, según sea el caso del proyecto, realizar *Render* para ensambles en *Live Action*.

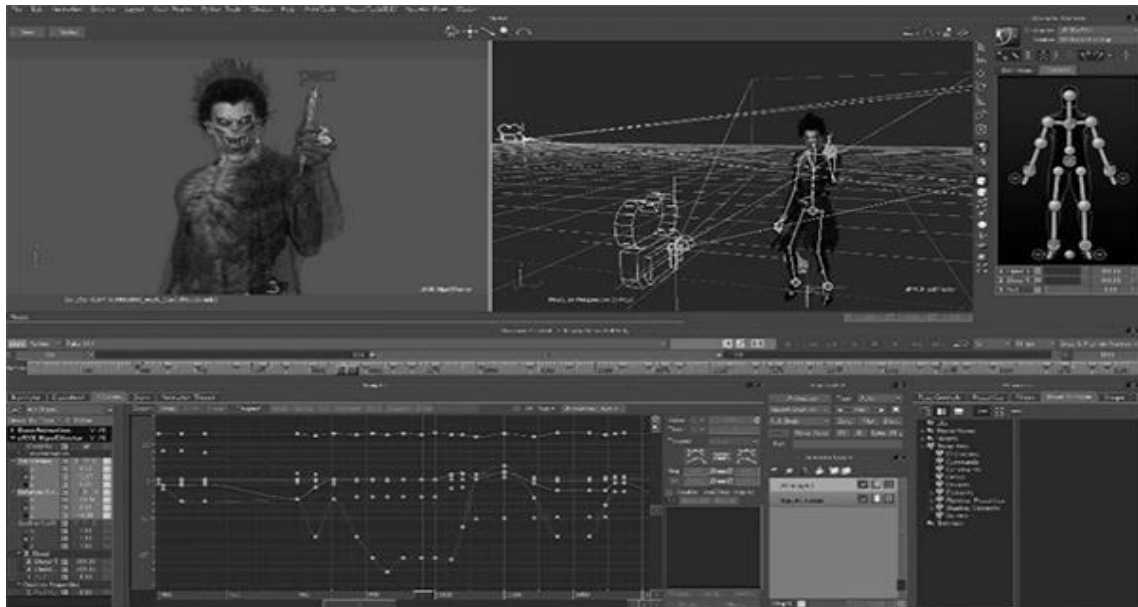


Imagen 47. Ensemble MB "Pineapple Pen de Death Note".

A pesar de que la *Post Producción* incluye todo un gran número de áreas para dar el resultado máximo por elaborar, la mayoría de las personas asocian el concepto de edición y limpieza de *frames*.

Principales fases de la *Post Producción*:

- Montaje, Edición y *Post Producción*.
- Sonorización.
- Presentación del Producto.
- Explotación y comercialización.

A partir del registro de imágenes en la fase anterior, llegamos a la fase más creativa del proceso audiovisual, el montaje, la edición y la *Post Producción*. En esta fase es donde se aplican las habilidades de los compositores *VFX*, para obtener un resultado digno de mostrarse en pantalla, y así, poder comercializar el producto a su máxima expresión.

Para su realización se presentan estos tips:

- Selección del material capturado y animado.
- Se realiza el ensamble para elaborar el producto.
- Se agregan los *VFX*.
- *Render*.

Así, se obtiene el *Master* definitivo, en este caso es el realizador o director, como en la fase anterior, es el que debe ponerse al frente de

esta actividad, comprobar y supervisar atentamente el proceso de montaje y edición.

Una vez montado el *film* o *master* de video, comienza la tarea final, la sonorización, en este proceso ya sólo queda parte del equipo original: director, realizador, compositor de las bandas musicales, técnicos de *Post Producción* de sonido, director de doblaje, los mismos actores del rodaje, dobladores profesionales, etc.

Una vez montado original *de video* comienza la sonorización:

- Se compone la banda sonora del programa.
- Se lleva a cabo el doblaje.
- Se realizan las mezclas de sonido e imágenes.
- Obtención producto final.

Con la obtención del *Master* final se hacen los duplicados en video o cine, para entregar el producto a la productora, al cliente, o en caso de un producto televisivo, su transmisión al público.

En las producciones de calidad tanto en cine como en vídeo, es habitual que la banda sonora se construya en estudios de doblaje o sonorización, allí se mezclan las bandas de música, efectos ambientales, ruidos, comentarios o voces en *Off*, y la sincronización labial.

La dificultad que entraña la toma de sonido directo durante el rodaje, hace aconsejable un sonido de referencia que sirva a los actores para luego doblarse a sí mismos, se intenta conseguir en estudio la máxima

sincronización entre el movimiento de los labios (*lip sync*) y palabras pronunciadas, el sonido, doblado y mezclado gana en calidad.

Normalmente para el doblaje se recurre a directores de doblaje, que son profesionales encargados de dirigir a los actores al doblarse a sí mismos, a profesionales de doblaje, dobladores, actores que ponen su voz para sustituir a la de otros intérpretes (especialmente cuando el actor no domina la lengua del film). La colaboración de estos directores de doblaje es imprescindible cuando se trata de traducir de una lengua a otra una película cinematográfica, serie, o un programa televisivo en el que interviene diferentes voces.

Desde el punto de vista financiero, en una *Producción* es preciso efectuar un balance al terminar la fase de grabación o registro, y otro definitivo, cuando se ha conseguido el producto.

La situación final, da el *coste total* de la *Producción*. Para hacer balance se utiliza el mismo modelo de documento que el aplicado en la elaboración del presupuesto. En él se anotarán todas las operaciones económicas efectuadas durante el proceso de *Producción*.

El balance final de la *Producción* es un documento indispensable para conocer:

- Lo que se ha gastado y la forma.
- Nos permite observar qué actividades se han desviado de lo previsto y sus causas.
- Se conocerá qué proveedores cumplen plazos fijos.
- Qué actividades se han llevado más tiempo, personal previsto y ¿por qué?

- El estudio detallado, nos dará una visión para la planificación de futuras *producciones*.

Durante el análisis del balance se acude a todos los documentos que han servido para el seguimiento y control de la realización, como son los informes diarios del *Script*, el informe de *Producción*, etc.

Con todos los datos del producto final y del proceso, se procede a la evaluación, que permitirá conocer en qué medida se han conseguido los objetivos, se han cumplido plazos, coste y calidad. Si el resultado es positivo, el balance final es el mejor aval del *productor*, especialmente si el producto alcanza el éxito esperado.

Pero, aunque la *Producción* haya concluido, la actividad del *productor* puede continuar en la campaña de publicidad del producto. La convocatoria de ruedas de prensa, distribución del tráiler de cine, proyección para la crítica especializada, presentación en festivales, etc., son actividades dirigidas a aumentar el beneficio, contribuyen a la comercialización y explotación del producto.

Las secuelas de la *Producción* se extienden en el tiempo y ocupan parte de la actividad del *productor*, aunque haya empezado otros proyectos.

El producto audiovisual, ya sea filme, programa de televisión o vídeo industrial, se produce para obtener ciertos beneficios, que no siempre son de tipo económicos directo (especialmente en el terreno industrial, que los beneficios son a largo plazo). En el cine y televisión, lo más común es comenzar la *Producción* con una mínima garantía de recuperación de la inversión, y obtención de beneficios.

En el caso del vídeo industrial encargado por una empresa, la misión del *productor* acaba cuando se ha entregado el producto, a partir de ahí, la empresa lo utilizará para uso interno o en la distribución, explotación y comercialización de alguno de sus productos. En esta *Producción* no se contemplan los gastos de explotación, comercialización y distribución porque son cero y el producto obtiene los beneficios a largo plazo.

En los programas de televisión de *Producción ajena* (programas que la televisión compra), o en las producciones cinematográficas, la explotación y comercialización es mucho más compleja y suele estar prevista desde el momento en que se gestiona la financiación para iniciar la *Producción*. En esta situación tan importante es la *Producción*, como hacer una buena campaña de explotación y comercialización, aquí los beneficios son a corto plazo.

Las televisiones tanto si reciben financiación (como las públicas) o se financian por la venta de espacios publicitarios y por patrocinio (como las privadas), cuentan con una dirección comercial o departamento de *marketing*, que se ocupa de la contratación publicitaria, de la comercialización y explotación de programas, se encarga de introducir los productos en los mercados internacionales existentes y apertura de nuevos mercados, así como de la obtención de ingresos por parte de la explotación en los mercados.

Con las nuevas herramientas utilizadas para realizar *VF/FX*, composiciones complejas y acoplar elementos 3D en una escena del mundo real.

Por consiguiente, una vez vista la etapa final de toda una *Producción*, podemos retomar el objeto secundario de este documento, que es dar las características necesarias para realizar una *Captura de Movimiento*, para poder crear animaciones orgánicas, fluidas y agregar su *Captura* a un modelo. Además, se realizaron prácticas para entender el funcionamiento del programa VICON Blade 1.7.2, 3.1 y 3.4, iPi Sodft y Brekel Kinect Pro Body, con ellos se animaron diferentes modelos para realizar el ensamble en MB Autodesk, y así poder mostrar sus resultados de formas independientes.

El uso del *Kinect* se desarrolló principalmente para realizar actividades de entretenimiento, y usar ese plus para los animadores con bajos recursos, encontraron la oportunidad de guardar la trayectoria de los *Movimientos* de sus personajes con programas desarrollados por grandes compañías pioneras en las nuevas tecnologías como el *Kinect* y las *PSP3 EYES*, además de programas como Brekel, iPi y MB, es la plataforma estándar de manipulación que muestra un grado de error mínimo; para mayor exactitud se usan los *Kinect* será utilizar un programa especializado como los que mencionamos antes, sus algoritmos son dedicados a la trayectoria entre objetos en un plano cartesiano, con posibilidad de poder desarrollar proyectos más robustos con ayuda de la programación C#, solo por mencionar alguno.

Las comparativas que se han hecho en este capítulo entre los diferentes *Sistemas de Captura de Movimiento* para desarrollar animaciones escolares, profesionales o de entretenimiento, se tiene un gran futuro en la interacción con las personas en un futuro no muy lejano, en ciertos países orientales las tiendas las atienden robots, probadores interactivos que agregan los artículos al gusto del cliente sin necesidad de ir



físicamente al probador, otra por su función como herramientas biomédicas y muchas más. Dependerá de nosotros usar el sistema de nuestra elección, utilizar versiones de prueba para capturas básicas, pero si se necesita mayor calidad en la *captura* se puede pagar la licencia de dichos programas para que brinde mayores herramientas dentro del programa, optimizar los procesos de captura hasta aumentar el número de personas a *capturar* simultáneamente.

Todos los programas de *Captura de Movimiento* su base en el *Trackeo* de un *marcador*, y así seguir su trayectoria sin rotación.

En este capítulo se cumplió el objetivo planteado, que es dar un paseo detrás de cámaras para dar una idea de los procesos que se realizan en toda *Producción*, llámese Videojuego, Video musical, Serie, Animación, Película, etc.; mostraremos la similitud en los procesos de captura de los programas mencionados anteriormente, se realizará la evaluación del potencial de cada una de las técnicas a exponer, como proyecto de trabajo y proyecto final, como la animación al 100%.

Se cree que con esta información el usuario podrá hacer uso de las herramientas de captura de movimiento, así mismo da la información base de los programas que se usaron como VICON BLADE, iPi Soft, Brekel Body Pro en sus versiones de prueba, también se realiza un pago extra en los programas para que se liberen herramientas complementarias a las que se vieron en el capítulo, con este conocimiento el lector podrá decidir entre estos *Sistemas* para hacer uso del que más le convenga, ya sea por su precio, accesibilidad y disponibilidad, dependerá de la región en la que se viva, ya que por el momento *Kinect* de Microsoft para consola Xbox ya dejó de realizar su venta al público como complemento de video juego.

Así satisfecho, el acercamiento que se da a los amantes de la animación hecha por computadora y con captura de movimiento para su uso en proyectos profesionales, para concurso y animaciones experimentales, el uso de las nuevas herramientas que se tiene al alcance en nuestra vida diaria.

Como los teléfonos celulares para *Selfis*, aplicaciones manipuladoras de hueso, etc.

## Capítulo III. Optimizar los procesos

*"Lo más difícil de aprender en la vida es qué cruzar,  
y qué puente hay que quemar".*

B. Russell

En este tercer capítulo, el objetivo es exponer un resumen de las herramientas que optimizan los pasos a los usuarios para la manipulación de una captura con un modelo propio y sin esqueleto, se expondrá la similitud entre los programas. Además, de ampliar el panorama para desarrollar un *Sistema de Captura a Bajo Costo*, gracias al aporte de conocimientos adquiridos con apoyo de profesionales, compañeros, estudiantes en áreas relacionadas con el 3D y la documentación oficial de los *hardware* y programas, que se utilizan para ampliar las expectativas en *Producciones a Bajo Costo*.

En este apartado se pone a prueba la destreza del desarrollador para modificar las cámaras de *PS3 EYES*, y así poder usarlas en una *Captura de Movimiento* con en un *Sistema Casero*.

Se explica paso a paso la modificación de las cámaras *PS3 EYES*, la calibración del sistema y ensamble del *hardware*.

Una de las principales ventajas que se tiene, es poder bajar librerías de lenguaje de programación para construir el programa con el cual se

puede realizar la captura, la calibración y la exportación de datos en el formato deseado para trabajar, en este caso se utiliza Maya de Autodesk para exportación de la animación final mientras que MotionBuilder solo será el ensamble de la escena.

A continuación, se describe cómo modificar las cámaras *PS3 EYES* para utilizar en la *Captura de Movimiento de Bajo Costo*. Los requisitos mínimos son 6 cámaras *PS3 EYES*, un ordenador *Raspberry* y los elementos de refracción que usa el *Actor*.

Se ejemplifican alternativas con generadores de esqueletos, modelos, animaciones previamente capturadas. Además de dar la opinión del escritor acerca de los procesos y ejercicios del documento, así como su propuesta.

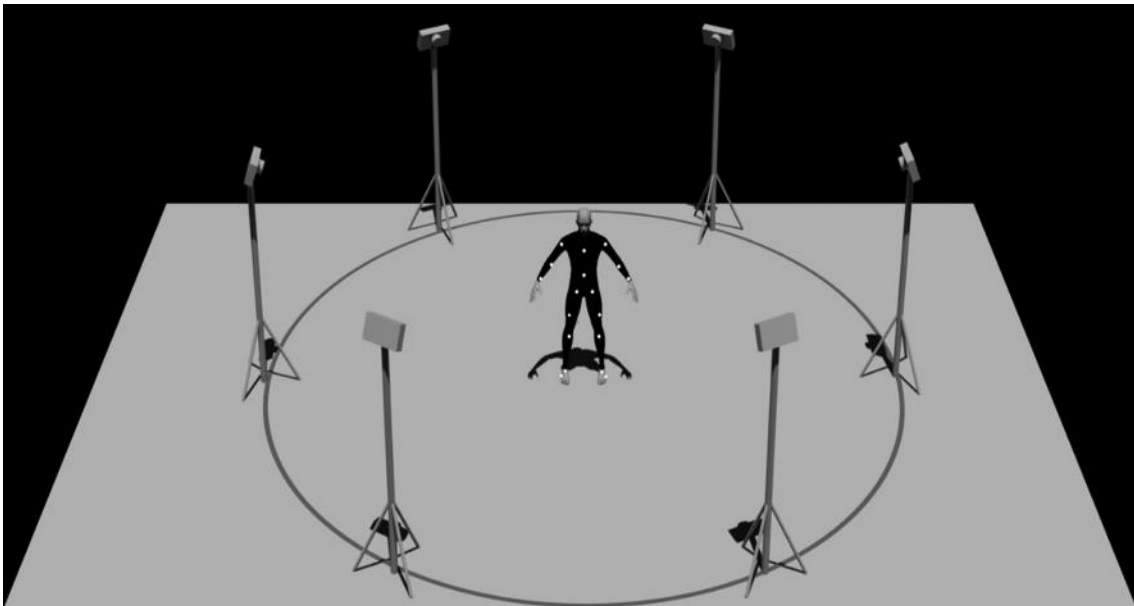
Por otro lado, realizar una comparación de los de *Sistemas de Producción* de la industria del entretenimiento y estudio científico donde se puede ver el uso que se le da a esta herramienta en los diferentes hábitos laborales del siglo XXI.

El objetivo de este proyecto es exponer un *Sistema de Captura de Movimiento* a Bajo Costo con el uso de Gadgets de consolas de videojuegos. El *Sistema* que se utiliza es barato, como es la cámara *PS3 EYES* de PlayStation 3, cámaras DSL, *Raspberry*, etc.

### 3.1 Sistema de *Captura de Movimiento a Bajo Costo*

Lo principal como en todos los sistemas es contar con un espacio amplio para realizar las capturas y los movimientos no sean obstaculizados ni limitados por el espacio.

Respecto al *Actor*, lleva un traje con 53 *marcadores* sobre el cuerpo, una serie de cámaras que observan las *marcas* del *Actor* y reconstruyen la posición de los marcadores en el espacio 3D, así representa la forma del *Actor* en pantalla gracias al uso de su programación para realizar la detección de las *marcas*. Usualmente se necesitan 4 m de diámetro de espacio para que tenga un correcto funcionamiento. [ANEXO 3.](#)



*Imagen 48. Sistema de Captura a bajo costo, cámaras PS3 EYES.*

La cámara *PS3 EYES* es de *Bajo Costo* y muy funcional, porque tienen cuatro grandes propiedades:

- Se puede quitar fácilmente el filtro de infrarrojos.
- Se puede sincronizarlos.
- Pueden *capturar* a 60 *FTP*.
- Los controladores están disponibles para PC en línea.

El sistema seguirá los marcadores en el espacio asignado como *Grid*, para detectar fácilmente los marcadores se usa la luz infrarroja. Los marcadores reflejarán la luz infrarroja y las cámaras podrán verla.

Para obtener este resultado, se tiene que quitar el filtro *IR* colocado dentro de las cámaras, ya que existen diferentes modelos de cámaras *PS3*. En algunos modelos, no se puede quitar el filtro, en otros es muy fácil, el modelo es fácil de reconocer porque la lente está curvada.

Recursos para desarrollar un *Sistema de Captura de Bajo Costo*:

- Cámaras *PS3 EYES*.
- Computadora *Raspberry Pi*<sup>13</sup>.
- Herramientas de electricidad.
- Traje de velcro.
- Marcadores con velcro.
- Librerías de programación C#.

---

<sup>13</sup> Es un microordenador o una placa de computadora SBC de bajo costo desarrollada en el Reino Unido por la Fundación *Raspberry Pi*

En el manual que se presenta en este documento, es una guía paso a paso para su desarrollo y recomendación, así mismo se obtiene un nivel de captura sorprendente con dispositivos de videojuegos y computadores miniatura, como el *Raspberry*.

A continuación, se presentan los diferentes tipos de *Raspberry* que se encuentran en el mercado, que pueden ser utilizados para este proyecto.

	Raspberry Pi 3 Model B	Raspberry Pi Zero	Raspberry Pi 2 Model B	Raspberry Pi Model B+
Introduction Date	2/29/2016	11/25/2015	2/2/2015	7/14/2014
SoC	BCM2837	BCM2835	BCM2836	BCM2835
CPU	Quad Cortex A53 @ 1.2GHz	ARM11 @ 1GHz	Quad Cortex A7 @ 900MHz	ARM11 @ 700MHz
Instruction set	ARMv8-A	ARMv6	ARMv7-A	ARMv6
GPU	400MHz VideoCore IV	250MHz VideoCore IV	250MHz VideoCore IV	250MHz VideoCore IV
RAM	1GB SDRAM	512 MB SDRAM	1GB SDRAM	512MB SDRAM
Storage	micro-SD	micro-SD	micro-SD	micro-SD
Ethernet	10/100	none	10/100	10/100
Wireless	802.11n / Bluetooth 4.0	none	none	none
Video Output	HDMI / Composite	HDMI / Composite	HDMI / Composite	HDMI / Composite
Audio Output	HDMI / Headphone	HDMI	HDMI / Headphone	HDMI / Headphone
GPIO	40	40	40	40
Price	\$35	\$5	\$35	\$35

Imagen 49. Raspberry Pi 1, 2 y 3.

Para usar una guía visual del proceso anterior consultar la siguiente liga:  
[https://www.youtube.com/watch?v=XIw9cZ8i4mE&list=PLjG2o\\_gstfJO6YIifzbJ7pjhWZfSN0zWF&index=12&t=8s%29www.youtube.com%2Fwatch](https://www.youtube.com/watch?v=XIw9cZ8i4mE&list=PLjG2o_gstfJO6YIifzbJ7pjhWZfSN0zWF&index=12&t=8s%29www.youtube.com%2Fwatch)

Se presentan los componentes de la *Raspberry* para su mayor comprensión y facilitar el uso en el proyecto.

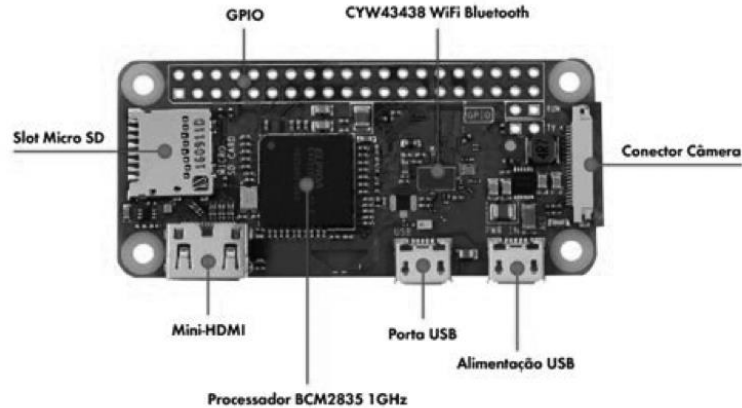


Imagen 50. Estructura Raspberry.

Como se sabe, cada área tiene a su especialista, no son *Multitask* y cada uno se dedica a su especialidad. Se tiene presente que no todos tienen un amplio conocimiento en todos los procesos de *Producción* de una *Captura de Movimiento*, por ejemplo: la creación de esqueletos, el modelado, las texturas, la caracterización, el pesado de huesos, etc. Por eso se presentan las siguientes alternativas para poder llevar a cabo dichas actividades sin obstáculos por falta de conocimiento.

En la mayoría de las producciones se tienen áreas de especialización, y así se puede abarcar un gran número de actividades dentro de una *Producción*. Para esto se exponen ciertas alternativas que ayudarán a realizar las actividades de *captura* con ayuda de un dispositivo entretenimiento.

### 3.2 Alternativas entre procesos

Para poder desarrollar ciertas actividades donde se debe contar con el conocimiento para desarrollar la *Captura de Movimiento*, en la creación



de modelos, edición de esqueletos, pesos, animación, programas de *Producción* y edición de videos para el ensamble del proyecto final.

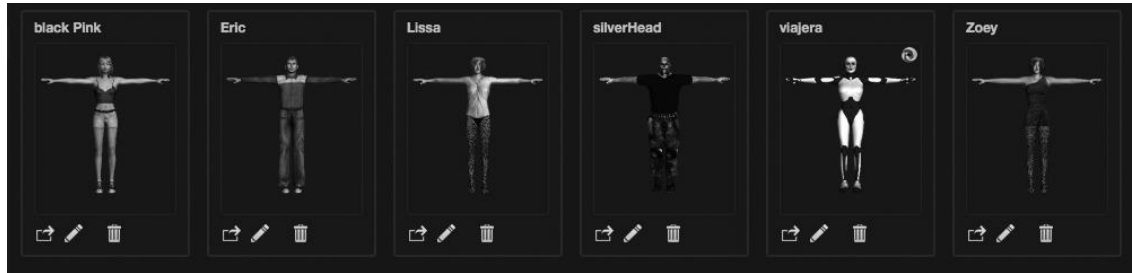
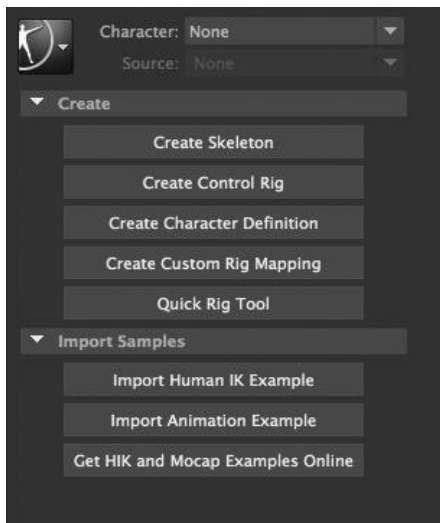


Imagen 51. Personajes creados con Character Generator.

Siempre hay alternativas para desarrollar las actividades como en las páginas web de MIXAMO de Adobe y Character Generator Autodesk, ambas son plataformas de uso en línea, ya que son sumamente fáciles de usar y se puede acceder desde cualquier punto Wi-Fi, tiene modelos, animaciones y esqueletos, si se requiere algo más sofisticado y elaborado, solo se debe que comprar el *Asset* que convenga.

En comparación con las herramientas integradas en Maya y MotionBuilder, como HumanIK y Quick Rig, son muy potentes que ayudan a realizar el *Retargeting* en los modelos, en la creación de esqueletos, en la creación de controles y así tener mayor control en su elaboración y manipulación de las extremidades de los personajes humanoides, es lo que facilita hacer la transferencia de datos de la *captura* y caracterización del mismo, para que se le pueda agregar alguna animación capturada con algún *Sistema de Captura de Movimiento*.



Para ello, las dos potentes herramientas con las cuales no se necesitan ciertos conocimientos para realizar una *captura*, con estas potentes herramientas se puede utilizar modelos ya creados con todo y su esqueleto para poder realizar los movimientos, omitir el paso de la pintura de pesos que la mayoría encuentra tedioso y complicado.

Para realizar una *Captura de Movimiento*, no necesariamente se requiere todo el conocimiento que conlleva una animación, ya que en específico solo sería poder agregar las animaciones capturadas, crear nuevas *capturas* y la limpieza de las escenas para evitar saltos, errores e incoherencias de comportamiento de alguna extremidad.

A continuación, se expone el potencial de las siguientes herramientas 3D en línea de Character Generator de Autodesk (imagen 53 y MIXAMO de Adobe (imagen 54).



Imagen 52. Autodesk Character Generator <https://charactergenerator.autodesk.com>



Imagen 53. Mixamo <https://www.mixamo.com>

Otras herramientas similares para animación 2D son:

1. Character Animator CC 2018 que utiliza la cámara del ordenador para copiar los *movimientos* del usuario y creación de *Lip sync*.
2. *Fuse CC* no es una herramienta de 3D, es para la creación de personajes 2D que posteriormente se pueden ajustar al entorno tridimensional.

### **3.2.1 Character Generator Autodesk**

Este servicio nació de la tecnología previa de la compañía, conocida como *Proyecto Pinocho*, que entró en fase de pruebas beta en el año 2012, desde entonces puede ser utilizado por cualquier persona de forma gratuita, los *iCloud Credits* de *Autodesk* son necesarios para acceder a las características avanzadas, como la descarga en alta resolución de los personajes y requiere un pago. (Graphics Speak 1)

Character Generator es una aplicación de la familia de *Autodesk* de uso gratuito, que permite a los usuarios seleccionar diferentes personajes dentro de una biblioteca predefinida y también permite crear nuevos personajes desde su centro de control.

Los personajes cuentan con diferentes características desde el cuerpo, la cara, el pelo, la ropa, *Rigg* y texturas de los modelos.

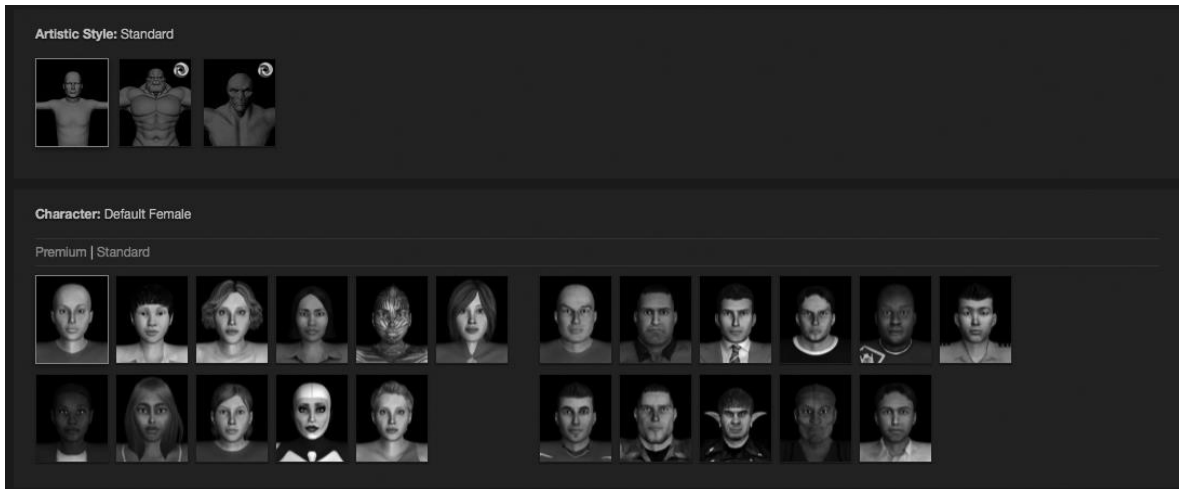


Imagen 54. Personajes de predefinidos por el sistema que pueden ser editados a conveniencia.

Como es característico entre los programas de Autodesk, por el formato de exportación es compatible con diferentes programas que no sean de la misma familia. Se pueden exportar para usarlos en otras aplicaciones de Autodesk, como Maya, 3ds Max o Unity. Esta plataforma es de uso 100% intuitivo.

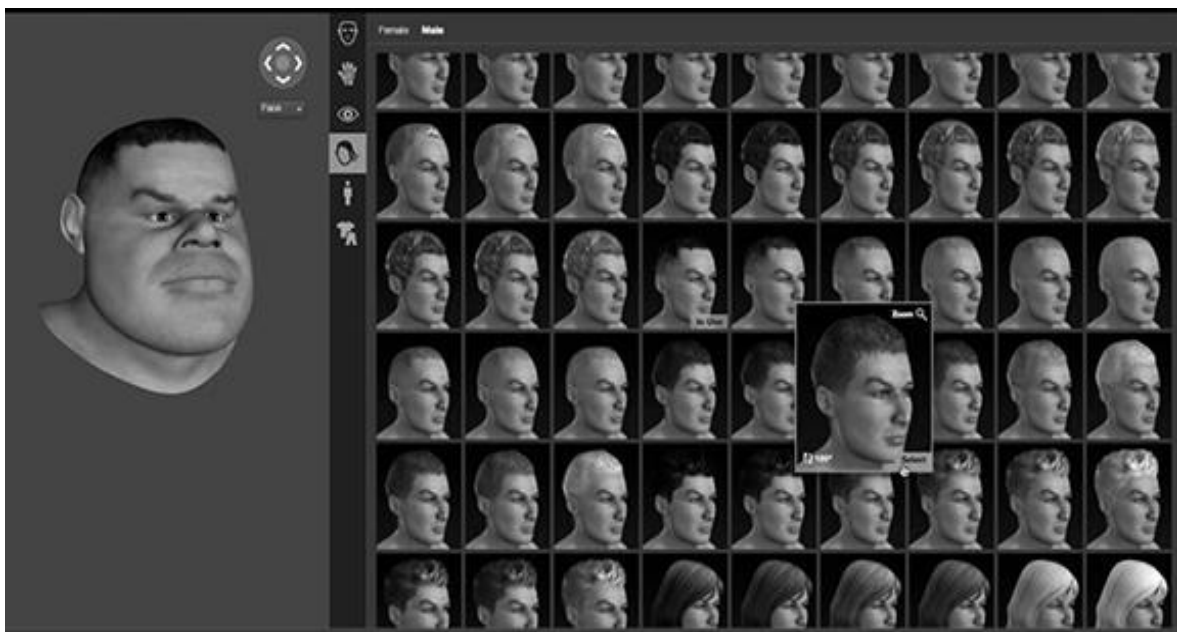


Imagen 55. Selección de modelos base.

No es la única empresa que se dedica a desarrollar aplicaciones con el potencial y la calidad necesaria para su uso comercial de forma gratuita, en la actualidad Adobe nos ofrece MIXAMO. Tiene la capacidad de usarse en línea y en su aplicación para escritorio dentro de Maya, 3DMax entre otros, es amigable.

Destaca de las demás aplicaciones por su librería de *Capturas de Movimiento*.

### **3.2.2 MIXAMO adobe**

Aplicación web y de escritorio que ha desarrollado y optimizado procesos para su uso gratuito, para entrenamiento de alumnos, docentes y amantes del mundo de la animación. MIXAMO adquirida recientemente por la empresa de Adobe, ahora forma parte de la Master Colección de Adobe.

Miles de animaciones de *Captura de Movimiento* han sido dirigidas, interpretadas y ensambladas profesionalmente en los estudios de Adobe. Esta herramienta fue realizada para facilitar los procesos de *Producción*, desarrollo y aprendizaje, ya que son muchos los elementos que se necesitan para realizar una animación, de los cuales se han hablado anteriormente, por ello se tiene el conocimiento que se tiene que trabajar en equipo para tener un resultado sorprendente. Su interfaz es tan amigable, sencilla de usar en línea y con su aplicación descargable.

En el panel de selección de personaje, características y animación, donde cada una de las pestañas tiene la posibilidad de editar determinadas características detalladas del modelo y la animación.

La facilidad con la que uno puede navegar a través de las pestañas donde se optimiza su uso con características estándar de exportación de archivos, donde se usa para su manipulación y edición de escenas para realizar una animación, en este proyecto se usa el programa de MB.

Se pre visualizan las animaciones del personaje seleccionado para poder ver la acción agregada de forma instantánea para después editarlas y así realizar una escena con múltiples *Take*.

A continuación, se presenta la sección para editar el personaje en pantalla de forma amigable.

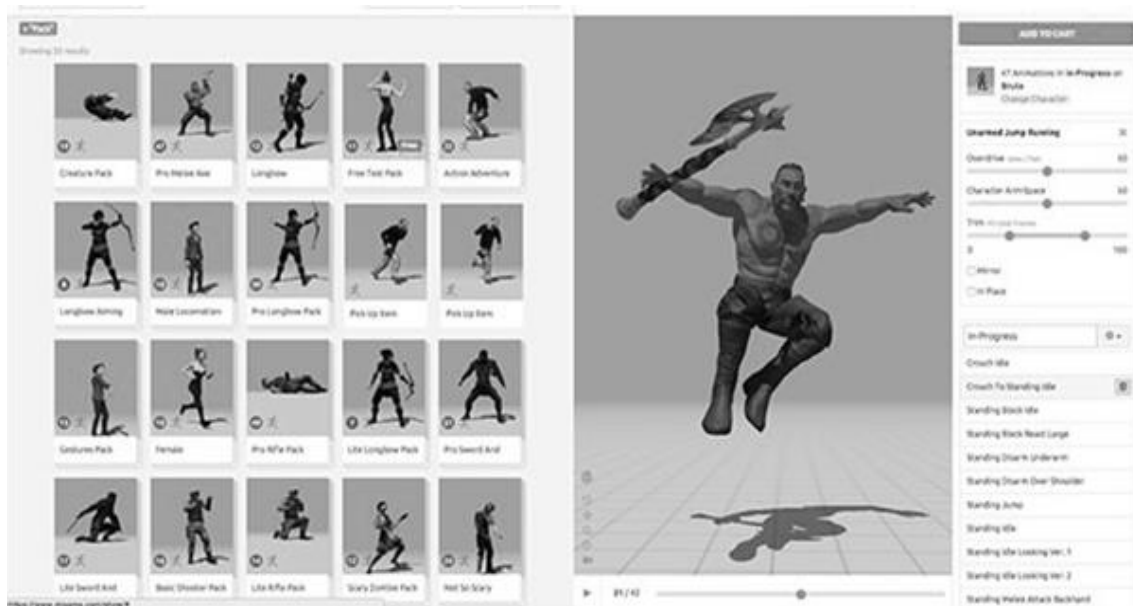


Imagen 56. Interfaz de selección de modelo y panel de control.

La gran ventaja de esta aplicación como lo que se mencionó antes, es el uso en línea y la aplicación para agregar el *Plug in* en el programa de Maya. En la barra de herramientas de Autodesk se puede agregar un acceso directo a MIXAMO la cual súper fácil de usar.

Cabe mencionar que la mayoría de los programas de 3D tienen herramientas de creación de esqueletos, variedad de animaciones, variedad de modelos y modelos predefinidos para su uso, es una diferencia entre las herramientas de MIXAMO de Adobe y Character Generator de Autodesk.

### **3.3 Comparación entre herramientas**

A continuación, se muestra parte del estudio que se ha realizado a modo de tabla comparativa entre los demás Sistemas de Captura de Movimiento con lo que se cuenta en la actualidad, desde la tecnología más sofisticada y precisa, el uso de sensores de *Kinect*, *captura* diseños principalmente para dar entretenimiento entre los pequeños y adolescentes que con el tiempo y la necesidad de nuevas tecnologías se fue implementando en el campo de la animación como son las cámaras de *PS3 EYES*, y el desarrollo de nuestro propio *Sistema de Captura Casero*.

Se muestran las características entre ellos para una mayor comprensión de su potencial en el mercado y sus competidores, ya que cada día la tecnología va de la mano en general, como ejemplo tenemos los

*Sistemas de Captura* en la cuestión médica, para desarrollar prótesis, mejores diseños ergonómicos. Otro ejemplo totalmente opuesto es la Milicia, y en varias áreas más.

Se simplificaron los pasos y características que podrán determinar qué sistema convendría usar, desarrollar o comprar para el uso de los proyectos ya sean escolares, profesionales, siempre se quiere tener una calidad impresionante con una manipulación de la interfaz fácil de usar, y no con un programa que en vez de ayudar a desarrollar el proyecto, retrase la *captura* por lo complejo de su funcionamiento y operación, a comparación de los que se mostraron en el estudio, que son programas de uso prácticamente intuitivos, fáciles de usar y entender.

En la actualidad, con ayuda de cualquier programa de desarrollo de animación como Maya, donde se tiene la posibilidad de la creación de esqueletos; por ejemplificar un caso, se puede usar cogido PHYTON<sup>14</sup> con el cual puede manipular cualquier elemento, características para ser modificados con esta potente opción.

A diferencia, estas herramientas tienen la capacidad de compartir sus creaciones en la nube, el modelo personalizado en el formato que se requiere como, por ejemplo, *fbx*, así mostrar los trabajos realizados con mayor facilidad y se tiene acceso desde cualquier punto a Wi-fi.

---

<sup>14</sup> Lenguaje de programación de propósito general, orientado a objetos



### 3.4 Tabla comparativa entre *Sistemas de Captura*

	Character <i>Generator</i>	MAXON	Human IK	Maya
Mezcla de los rasgos de dos personajes originales: permite elegir dos personajes de origen desde una biblioteca de modelos de hombres, mujeres y de fantasía para mezclarlos y crear el personaje deseado.	*	*		
Se puede hacer ajustes después de la descarga	*	*		
Mezcla específica de características individuales: permite redefinir los personajes en función de cada característica, es decir, consiste en mezclar individualmente las áreas de los dos modelos de origen, como el mentón, las mejillas, el pecho, los brazos o el estómago.	*	*		
Gran variedad de piel, ojos y estilos de pelo	*	*		
Larga gama de estilos de ropa y calzado personalizables: permite manipular el color e incluso la textura de ciertos artículos de la ropa.	*	*		
Estilos artísticos para personalizar en mayor medida los personajes	*	*		
Generación de <i>Rigg</i>	*	*	*	*
Puede descargar modelos 3D con animaciones		*		
Editar en tiempo real para obtener una apariencia personalizada	*	*		
Descargue archivos en <i>FBX</i> , <i>BVH</i> y <i>COLLADA</i> para introducirlos en los motores de juegos o en el programa 3D.	*	*		*
Estilizar y construir sobre los datos de Movimiento originales mediante la edición en programa 3D.	*	*		*
Reduzca la tarea repetitiva de pintar pesos a mano y deje que nuestro algoritmo haga el pesado	*	*		*
Sube cualquier modelo humano 3D con dos brazos y dos piernas y hazlo con un <i>Rigg</i> completo y desollando pesos en poco tiempo.	*	*	*	*
Puede hacer ajustes después de la descarga, como agregar huesos adicionales o ajustar la colocación de peso.	*	*	*	*

Tabla 6. Tabla comparativa entre sistemas de captura.

Con la tabla anterior, se puede determinar el potencial de cada una de las herramientas que se expusieron en el documento, en el cual, se detallan las cualidades entre *Sistemas* para resaltar lo mejor de cada uno.

Una de las principales características que sobresale de las demás aplicaciones es MIAXMO, es poder subir a la página un modelo propio y poder usar su stock de capturas, así, poder utilizarlas, editar los parámetros y agregar *Gadgets*.

Se recomienda usar MIXAMO para poder sacar un mayor provecho de la aplicación gratuita, además de contar con la opción de compra de los archivos para su manipulación.

Con este apartado se ponen a la mano las mejores opciones para su uso libre y gratuito con gran calidad.

### **3.5 Propuesta**

Se tuvo la oportunidad de poder interactuar con distintos métodos de *Captura de Movimiento* entre los más sofisticados a nivel mundial de entretenimiento y *Sensores de Movimiento*, así mismo, sin desmeritar el poder de cada uno de los *Sistemas* y *Sensores* mencionados, en sus áreas cumplen sus objetivos y sobrepasan las expectativas para lo que fue creado.

En este caso, se trata del *Kinect 360* y el *ONE de XBOX* de Microsoft, su principal característica es de entretenimiento, sin controles, con un sistema de voz; posteriormente se encontró otra función en la animación, como método de *Captura de Movimiento* que usan programas como MotionBuilder (MB) de Autodesk, Kinect SDK, iPi Soft, Brekel Pro Body. Estos son los programas con los que se trabajó en este proyecto de *captura* a partir de un *Bajo* presupuesto de *Producción*, usando VICON BLADE como programa Premium en *Captura de Movimiento*.

La diferencia entre cada uno de los *Sistemas* con los que se trabajó, su arquitectura es sofisticada y programación elaborada, pero cumplen con las principales funciones de *captura*, de ahí la diferencia de costos y el uso de lentes en las cámaras.

En ocasiones se ha tenido la necesidad de tener conocimiento extra en otras áreas que no se dominan, y por cuestión de tiempo es difícil que se especialice en estas, pero se pueden tener los conocimientos básicos para poder desarrollar proyectos sin detener la evolución en el campo deseado, y si fuese el caso de no poder dedicar tanto tiempo extra, se pueden usar herramientas como [MAXIMO de Adobe](#) o [Character Generator de Autodesk](#) entre varios, con su ayuda se pueden descargar modelos ya texturizados, con *Rig* y pintura de pesos, listos para animarse y agregarle alguna animación vía *MoCap*.

Se presentan ejemplos de algunos modelos antes mencionados y uno creado desde cero para hacer la comparativa en flujo de trabajo, proceso, detalle y de encontrarse alguna diferencia mayor asentarla

para poder encontrar la mejor solución a la hora de trabajar con el material a animar.

Con los avances tecnológicos del siglo XXI se puede tener acceso a las nuevas tecnologías y así usarlas en otras áreas, se utiliza el [Kinect](#) y [PS3 EYES](#) que son *Gadgets* que pueden ser vinculados a programas determinados y hacer la *Captura* como es el caso de [Brekel](#), [iPi Studio](#), entre otros.

Se expone la manera *casera* de realizar un *Sistema de Captura Movimiento a Bajo Costo*, desde adaptar las cámaras, armar el *Sistema* y dar alternativas para su uso.

Cabe mencionar que los *Sistemas* especializados tienen mayor grado de exactitud en las capturas, y será la habilidad del animador, darle ese detalle de realismo al utilizar las herramientas del *Kinect*, *PS3 EYES* o de forma artesanal aplicado el conocimiento en el *Graph Editor* para la corrección del *Timing* de movimientos en línea de tiempo.

Una de las principales características es el precio con el cual se pueden desarrollar *Sistemas de Captura* con diferentes *Gadgets* y programas que facilitarán la comunicación entre el programa, los controles y los *sensores*.

Respecto al presupuesto, implica una inversión determinada para la adquisición de cada uno de los *hardware*, al igual que el equipo con el que se tiene que trabajar con las características que soporten dicha actividad y potencial de correr los programas, se ha recabado información del equipo necesario para hacer las *capturas a bajo costo* en cuestión del *hardware* que se va a utilizar para poder interpretar los

datos hechos con sensores *Kinect* y cámaras *PS3 EYES* con las aplicaciones destacadas con un uso a nivel mundial recomendable.

Se presenta un presupuesto que se obtuvo para el estudio mediante solicitudes a una institución educativa reconocida a nivel mundial y cuenta con dicha tecnología, al realizar una inversión del equipo entre diferentes sistemas que pueden sustituir equipos especializados para las pruebas de campo, y poder determinar cuál sería la mejor propuesta para realizar capturas con un bajo presupuesto, pero con calidad de los grandes estudios.

Para desarrollar y promover el uso de los *sensores*, además de usarse principalmente en videojuegos, ya que tiene diferentes usos como los antes ya mencionados y por asentar otra de sus aplicaciones como escáner 3D. Los sistemas cuentan con el mismo principio para desarrollar su trabajo, los *Sistemas de Bajo Costo* están tomado mucha fuerza por cuestión de manipular los resultados con ayuda del trabajo humano.

Se observa con la tabla de compatibilidad entre *Sistemas de Captura*, los costos de producción con los diferentes *sistemas de captura* que se encuentran entre los más populares por sus características natas, por su facilidad de adquisición y el precio, sobretodo la amabilidad de las interfaces.

Los montos de los programas y *hardware* son los siguientes para este proyecto, si se requiere más documentación, seguir la siguiente liga:

[ANEXO 1](#)

A continuación, se presentan los costos de los diferentes programas de *captura* con los que se realizó el documento.

Costos de los *Sistemas de Captura*, de *hardware* y programas<sup>15</sup>:

- *iPi Soft* 3 meses \$ 3554.24 mx, 3 años \$ 695 dll versión estudiante 30%.
- Brekel \$ 1754.90 mx.
- VICON BLADE \$ 155,366.00 dll (2,088,119.04).
- Kinect 360 \$ \$35.760,0 mx.
- Kinect ONE \$ 36,199.00 mx.
- PS3 EYE Camera \$ 89,000.00 mx.

Con la información expuesta en este documento se puede determinar qué tipo de equipo es el que se utilizará, esto también depende del proyecto, al igual de su fácil adquisición y uso.

Con ello, se da la oportunidad de utilizarse en diferentes áreas, actividades y ejecución de proyecto. Existen diferentes empresas que desarrollan programas puente para realizar la comunicación con el *sensor* de *movimiento*, con el conocimiento de algún lenguaje de programación se puede desarrollar la comunicación entre el programa de *MB*, el programa puente y el *sensor* que realizará la interpretación de los *movimientos*.

---

<sup>15</sup> Valor de cambio de dólar al día de 22 de feb. de 19, \$19.15, más el IVA de 16%

Como se ha mencionado, las nuevas tecnologías son multidisciplinarias, por ejemplo: En algunos centros comerciales y tiendas de conveniencia han implementado el uso de *sensores de movimientos* como probadores interactivos, que capturan nuestra imagen y sobreponen el artículo deseado sin necesidad de hacer algún cambio en la ropa, sin esfuerzo e interactivamente que te permite cambiar de color, de estilo y seleccionar otro artículo.

### **3.6 Áreas de oportunidad**

En la actualidad, las áreas de oportunidad al utilizar la *Captura de Movimiento* son diversas, ya sea para estudio, entretenimiento y medicina, se pueden emplear los recursos con los que se trabaja.

En la vida diaria, existe una fuerte conexión entre el sonido y el *movimiento*. Muchas actividades están directamente relacionadas con los eventos de sonido, como desde caminar hasta tocar un instrumento musical. La relación entre el sonido y el *movimiento* es importante en una amplia gama de aplicaciones, por ejemplo:

- El sonido y la música por computación (diseño sonoro interacción, realidad virtual, zonificación de los Movimientos, la música por ordenador, nuevas interfaces para la expresión musical)
- Investigación de la psicología de la música (planificación de la acción y la recuperación de la memoria, la percepción multimodal, la acción conjunta y la interpretación de conjunto)

- El rendimiento de la música y la pedagogía (análisis de rendimiento del instrumento musical, sistemas de música interactiva)
- Neurociencia (Auditivo y control sensorial-motriz, la música y el cerebro, la musicoterapia y la rehabilitación sensorial-motriz)
- La comunicación de voz (la Producción del habla y la comunicación no verbal)
- La integración con sonido permite el estudio de la relación entre el sonido y el *movimiento* a un nivel sin precedentes de detalle, no alcanzable con las técnicas convencionales, tales como la grabación de video. La transmisión a baja latencia de los datos de *movimiento* a través de OSC facilita la creación de aplicaciones interactivas sofisticadas.

Los investigadores y los clínicos utilizan datos de movimiento para estudiar y observar el movimiento humano.

Al entender el movimiento humano, los investigadores, los médicos y los fisioterapeutas pueden mejorar el tratamiento durante un proceso de rehabilitación y obtener orientación en la selección de equipos de entrenamiento adecuado.

VICON desarrolla y fabrica los únicos sistemas de captura de movimiento ópticos pasivos del mundo que se clasifican como Dispositivos Médicos, certificados por un organismo notificado según ISO 13485. VICON también cumple con la norma ISO 9001, que indica la adherencia a procedimientos y directrices estrictos, junto con una declaración de conformidad, que confirme que se cumplen los estándares de la Directiva de Dispositivos Médicos.



En entretenimiento se minimizan los tiempos, costos en actores, sets en Películas y Videojuegos. Se encontrarán otros tipos de aplicaciones en animales equinos y caninos, hasta algo muy extremo algún ave entrenada y drones para desarrollar actividades peligrosas del humano.



Imagen 57. Probador virtual, Tec Store ITESM CEM.

Con los avances que se tienen se desarrolla la interactividad del usuario, la experiencia de poder manipular aplicaciones totalmente inalámbricas por medio del comando de voz y por consiguiente usar las manos como herramienta y realizar una actividad diferente. Por ejemplo: *En la actualidad, ya contamos con probadores de prendas totalmente interactivos, en la TEC STORE del ITESM Campus Estado de México, donde te colocas a 0.5m de distancia para que detecte al cliente, y pueda empezar a cambiar de playera, gorra, color, talla, etc. Se ofrece una interfaz digital con la capacidad de manipular de una prenda a otra, cambiar de color, agregar accesorios para darse cuenta cómo se vería con todas las prendas seleccionadas para tomar una decisión de compra, sin la necesidad de ir a realizar filas enormes en los probadores y ser limitado en el número de prendas, esperar a que se desocupen y volver a realizar la misma dinámica, además de optimizar el tiempo que cada día en la vida diaria<sup>16</sup>.*

<sup>16</sup> Imagen 57. Probador interactivo con la *Captura* de gestos para interactuar

Con este tipo de tecnología y tan amigable, las empresas con un poco de creatividad han desarrollado probadores interactivos de ropa, ópticas, uso en cuestión media y hasta con la finalidad de escanear modelos para su impresión 3D. Como se sabe, esta tecnología no es especializada y puede tener un nivel de error, pero aun así los resultados favorables para su comercialización.

Existen en el mercado empresas dedicadas a la *Captura de Movimiento* que dan servicio a empresas cinematográficas como Hollywood, empresas de videojuegos como UBISOFT, entre otras.

### **3.7 Empresas dedicadas a la Captura de Movimiento**

Se muestran las empresas más sobresalientes en el campo de la *Captura de Movimiento*, que dan servicio de renta, venta y soporte técnico del *Sistema*, la inversión que se quiera hacer influye en el resultado final.


Estas empresas se encuentran posicionadas en la mente de la mayoría de usuarios, de la industrial de la medicina, entretenimiento y tácticas militares que algunos gobiernos han invertido millones de dólares para su investigación e implementación hasta en entrenamientos militares y de alta peligrosidad para el usuario.

Principales empresas especializadas en *Captura de Movimiento*:

 <http://www.VICON.com/>

 <http://www.qualisys.com/>

 [http://www.xsens.com/.](http://www.xsens.com/)

  
**UBISOFT** <http://www.ubisoft.com/>

Ubisoft acaba de anunciar la apertura de un nuevo estudio de *captura de movimiento* en Toronto con el que esperan potenciar notablemente la calidad gráfica de sus videojuegos.

Ha declarado el principal responsable de los estudios canadienses de Ubisoft, Yannis Mallat.

"Estamos muy orgullosos de presentar este nuevo estudio de captura de movimiento en Toronto tan solo dos años después de iniciar nuestras operaciones en la ciudad".

Ha declarado el directivo, que insiste en que gracias a este nuevo centro de *Captura de Movimiento*.

"Esto es mucho más que la creación de un simple centro tecnológicamente vanguardista"

Ubisoft podrá seguir avanzando en su línea de crear videojuegos narrativamente espectaculares guiados por el talento de sus equipos de animación y desarrollo de secuencias cinemáticas. (3D juegos 2)

La compañía ha confirmado que este nuevo estudio contará con la última tecnología empleada en la industria del cine, incluyendo mejoras en la grabación de voces, *Captura de Movimiento* y animaciones faciales. Una serie de mejoras que se pueden comprobar en el prometedor Tom Clancy's Splinter Cell Blacklist, que se beneficiará de los avances tecnológicos procedentes de este nuevo equipo.

Las marcas anteriormente mencionadas son las principales a nivel mundial, ellas han sido reconocidas por su trayectoria en investigación, desarrollo e implementación de nuevas tecnologías en nuevas áreas de interés para simplificar los procesos de *Producción*, de datos para la medicina, estudio para mejorar el rendimiento de deportistas de talla mundial entre varias más.

En la actualidad existen varios dispositivos que se pudieran adaptar a diferentes áreas a las que fueron creadas, debido a su diseño, fácil manipulación y *bajo costo* han sido empleadas en otras áreas.

En este documento se usaron los *sensores* de videojuegos para realizar *Capturas de Movimiento*, con el mismo *sensor* se puede desarrollar y escanear tipo de fotometría para copiar el modelo y textura de un personaje, otro ejemplo es el *Raspberry*, como mini computadora con gran potencia para desarrollar procesos con una dificultad mediana y su *costo* es mucho más accesible que un ordenador de marca reconocida.

En este capítulo se presentó la información para crear un *Sistema de Captura de Movimiento a Bajo Costo* con material al alcance de todos, que son cámaras de uso para videojuegos empleadas para su detección de personas como lo hace un *Sistema de Captura*, y se comprueba el potencial del equipo de entretenimiento del *PS3 EYES Cámara* a un uso diferente de lo que fue creada, al igual que el *Kinect* y con el uso de una *Raspberry* como ordenador.

Con esta información expuesta se da por terminado este apartado, y se pone al alcance del usuario para que pueda determinar cuál aplicación será la que más le convenga a su proyecto.

Asimismo, se cumplió con el objetivo, que es exponer un resumen de las herramientas que optimizan los pasos a los usuarios para la manipulación de una captura con un modelo propio y sin esqueleto, así como descargar algunos modelos y capturas de la web.

También se expuso la similitud entre los programas, el conocimiento básico y el desarrollo de la *Captura de Movimiento* con las diferentes alternativas.

## Conclusiones

Por consiguiente, el desarrollo y elaboración de este documento nos lleva a exponer los resultados del mismo, al contar con la documentación oficial donde se encuentran los términos técnicos y funcionamiento de interfaces, a través de los ejercicios de captura en los que se desarrollaron *los Sensores de Movimiento*, cámaras especializadas en la captura con la posibilidad de manipular el diafragma y el enfoque de forma manual, que permite mostrar alternativas para desarrollar algún tipo de personaje, que conlleva el modelado, texturizado y esqueleto para tener la base sobre la cual se agregan las animaciones capturadas con los *sensores del Kinect* y las cámaras de *VICON* y cámara *PS3 EYES*, se utilizan programas para manipular de forma independiente los sensores de *Kinect* y cámara de *PS3 EYES* que de forma independiente se pueden controlar con programas antes mencionados con la capacidad de ser controlados estos dispositivos con un lenguaje de programación que realiza la interpretación de datos, como el desarrollo del *Sistema de Captura de Bajo Costo*.

En la tabla comparativa entre *los Sistemas de Captura*, se selecciona el mínimo equipo para poder desarrollar las actividades de captura con las mejores opciones en el mercado, así se puede ver que el precio de un

*Sistema de Bajo Costo* oscila entre \$32,000 MXN a \$50,000 MXN, así se logra armar un equipo de mediano rendimiento con la cual se puede garantizar poder correr los gráficos en pantalla en tiempo real, ya que en pantalla se agrega el *Movimiento* de la *Captura* de algún modelo que

se pueda usar para demostración, animación y hasta la interacción con la *Realidad Aumentada* que hoy en día da un formato compacto de dispositivo móvil con el cual se tiene tecnología de punta utilizada en actividades de recreación y entretenimiento, por ejemplo, el *Google Cardboard*, el visor *Samsung*, etc.

Descrito, paso a paso el desarrollo de una *captura* en los programas antes descritos y equipo, que se mencionan para un uso académico, amateur y para desarrollar prácticas a un nivel amplio con un nivel de dedicación extra para poder pulir los proyectos finales. Sin quitar el crédito a la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías con VICON, tiene un *costo* superior a los anteriores, considerar que ofrece una calidad superior, por su especialización en el campo de *la Captura de Movimiento y de la Salud*.

Como se sabe, somos personas emprendedoras, dedicadas y apasionadas, por lo que expusimos el método artesanal con el cual se puede desarrollar un propio *Sistema de Captura* y programándolo de forma independiente con las galerías que nos proporcionan *los sensores de Captura* del *Kinect* de Microsoft o con las cámaras *PS3 EYES* de PlayStation. Hoy en día a las nuevas generaciones les es más fácil desarrollar elementos sofisticados de tal manera que se puede dar el uso de forma *intuitiva*.

Cabe mencionar que el apoyo al desarrollo y el uso de nuevas tecnologías, así como su implementación en nuevos campos es lo que nos ha llevado a revolucionar la industria del entretenimiento, médico, táctico e industrial que nos facilita la vida cotidiana con la interactividad de la tecnología en todo momento. Por mencionar un avance en las telecomunicaciones móviles con dispositivos como *ASUS, Lenovo, iPhone*

X, *OCULUS* + *Samsung*, dispositivos alámbricos como el *OCULUS Rift* y se podría nombrar una larga lista de dispositivos con alta tecnología al alcance de todo consumidor.

Después de este tema de la *Captura de Movimiento*, se pueden encontrar diferentes áreas donde se pueden emplear sin incógnita en su implementación del mismo *hardware* para otras actividades que en la actualidad se desarrollan tecnologías tan complejas al alcance del consumidor promedio.

Se puede empezar por la *Fotometría*, es la ciencia que se encarga de la medida de la luz, como el brillo percibido por el ojo humano. Es decir, estudia la capacidad que tiene la radiación electromagnética de estimular el sistema visual. No debe confundirse con la *Radiometría*, encargada de la medida de la luz en términos de potencia absoluta<sup>17</sup>.  
(párrafo 1)

Traducido a términos prácticos y en el área del entretenimiento se aplica para la creación de escáner especializado en duplicar el realismo de las personas, para implementarlas como dobles digitales en las películas de alto riesgo, videojuegos con la imagen del artista del momento u objetos y animales para su representación en un entorno controlado y cuidado, como es el digital, donde se construirán estructuras a semejanza del entorno, así bajan los costos en escenarios dobles, se ahorran *costos de Producción*.

Si se requiere un ejemplo visual, puede ver el siguiente video <https://www.youtube.com/watch?v=Hy4uW6cVgpo>, donde se explica el proceso en

---

<sup>17</sup> <http://www.ecured.cu/Fotometría>



la construcción de un modelo en un entorno 3D, utiliza un programa de alta calidad *Photoscan Pro*.

Otro tema interesante para los ingenieros es la medición de los movimientos de drones por diferentes habitaciones con un nivel de complejidad sucesivo conforme cumple sus expectativas, ellos darán un vaciado de la información obtenida de la captura realizada con el *Kinect*, y así determinar su posición en el espacio y desarrollar actividades especificadas de su estudio.

Por último, en las tiendas departamentales cuentan con probadores interactivos de ropa y artículos, al colocarse al frente de ellos a una distancia de medio metro a donde *Captura* al personaje probándose la ropa, lentes, gorras, zapatos, etc. Actualmente en el Estado de México, el Campus CEM del ITESM, lo emplea en la TEC STORE.

La *Captura de Movimiento* es autodefinida por su nombre *Movimiento* = el acto de cambiar físicamente la ubicación, *Capture* = cuento *omtp`psessopm*. Entonces la *Captura de Movimiento* es la adquisición de *Movimiento*.

Para realizar un *Sistema de Captura*, hay que recordar que la captura es la sucesión de puntos guardados como estela, es la trayectoria de los puntos a seguir en cada extremidad del cuerpo en un programa 3D, el cual nos ayudará a reproducirlo de manera orgánica y sencilla para su desarrollo en proyectos estudiantiles, profesionales y médicos. En una sesión de *MoCap* se captan solamente los movimientos y los datos que se trasladan a un esqueleto en el modelo de animación que ejecutará las mismas acciones que el *Actor*.

Una *Captura* con un sistema de 12 cámaras como VICON BLADE tiene un *costo* aproximado de \$4,246,950.40 MXN, si armamos nuestro *Sistema de*

*Captura de Movimiento* con cámaras de PlayStation PS3 EYES tendría un *costo* de \$89,000.00 MXN, *Sistema de Captura* con Kinect 360 es de \$35,760.00 MXN, con un Kinect ONE sería de \$36,199.00 MXN, y un *Sistema Casero* con cámaras DSRL tiene un *costo* de \$34,500.00 MXN, vemos que hay mucha diferencia en los costos del primer *Sistema de Captura* a diferencia de los demás, a partir del bajo presupuesto de *Producción* con el que se cuenta al inicio de una carrera como animador.

Los procesos entre uno y otro *Sistema de Captura* son muy similares, lo que hace la diferencia entre los procesos de captura son los robustos algoritmos con los que cuentan los sistemas profesionales, la dificultad es por el conocimiento que se tenga en entorno del programa y los conocimientos del entorno 3D. Son procesos especializados, largos y muy exactos con el cual daremos solución a la problemática en las *Capturas* realizadas con los diferentes *Sistemas de Captura*, su ensamble de escenas y la limpieza de *frames*.

Nos comenta que los pasos necesarios para poder realizar una *Captura de Movimiento* son las siguientes, descritos por el instructor del curso de capacitación Calos Vilchis, encargado de soporte regional en Latinoamérica de VICON, fundador de HCG Technologies.

Conocimiento básico:

- Espacio 3D.

- Calibrar área de trabajo.
- *Set-up Actor*.
- Limpieza de *Captura*.

Las características básicas para una *Captura de Movimiento* son, un espacio amplio y aislado de luz para que no interfiera con la información capturada, la cual marcará *el Volumen de Captura*, lo siguiente será configurar la interface gráfica y la carpeta para la manipulación de bases de datos, conocimiento básico de anatomía humana y ambientes virtuales.

En la parte de procesos de *captura* son muy similares los procesos entre los sistemas que se utilizan en este documento, lo principal a destacar es determinar el volumen de *captura* relacionado a la escena en la que actuará el *Actor*, el paso siguiente es determinar el tipo de configuración del *Actor* para posteriormente realizar el *Retargeting* del esqueleto, por último, conocer los formatos de exportación y compatibilidad con el programa de edición en este caso, MB.

Las herramientas que se usan en el documento fueron utilizadas para fines académicos principalmente, lo cual le puede dar un mayor uso a los recursos para realizar animaciones experimentales, *capturas de movimiento* con calidad mediana para una *Producción* de video.

La diferencia de procesos entre los sistemas expuestos son los siguientes:

	<b>PROS</b>	<b>CONTRAS</b>
VICON	o Uso de marcadores	o Precio de equipo
	o Algoritmos especializados en Trackeo	
	o Procesos dedicados a la limpieza de captura	o Procesos muy ordenados
	o Compatibilidad vía <i>Streaming</i> con MB	
<b>Kinect y PS3 EYE</b>	o Captura sin marcadores	o No existe soporte de ayuda
	o Programas auxiliares para su uso	
	o Bajo costo	o No son especializados para la Captura
	o Accesible al público en general	o No son tan exactos los algoritmos en movimientos extremos
	o Compatibilidad exclusiva Windows	
<b>iPi Soft</b>	o Sin de marcadores	o Emparentamiento de imagen complicado
	o Procesos dedicados a la limpieza de captura	o Licencia anual
	o Bajo costo	o Procesos muy minuciosos
		o Velocidad de respuesta
<b>Brekel Body Pro</b>	o Sin de marcadores	o Licencia anual
	o Algoritmos especializados en Trackeo	o Varios programas para las diferentes extremidades y variedad de versiones
	o Procesos dedicados a la limpieza de captura	
	o Bajo costo	o Velocidad de respuesta

Tabla 7. Compatibilidad entre sistemas de captura

Con base en lo descrito, se ha determinado que el uso del *Sistema de Captura* es muy competitivo a nivel estudiante, usuario y desarrollador, ya que el nivel requerido para producciones para la pantalla grande requiere mayor nivel de exactitud con su proceso como antes se menciono, así mismo por el monto de inversión sobrepasa los

presupuestos de los estudios pequeños en especialmente Latinoamérica ya que el mercado es nuevo aún.

### Tabla de compatibilidad entre Sistemas de Captura

	Marcadores	Rig	MotionBuilder	Multicámaras	voz	App	Facial	Manos
BLADE	*	*	*	*		*	*	*
iPi Soft			*	*	*		*	*
Brekel			*	*	*		*	*
Sistema Casero	*		*	*			*	

Tabla 8. Compatibilidad entre sistemas de captura

La tabla presentada nos indica las características entre ellos y nos permite determinar qué tipo de *Sistema de Captura* será perfecto para nuestro proyecto, cuenta con perfecta compatibilidad de MotionBuilder, permite realizar el ensamble, edición y limpieza de escena.

Al igual que su uso con *multicámaras* que nos dará mayor precisión como lo hemos comentado a lo largo del documento, como principales características, y la más importante adquisición de *Sistema de Bajo Presupuesto*.

El uso de los sistemas presentados es intuitivo, de fácil movilidad el *hardware* y fácil de conseguir.

Las características necesarias para realizar una *Captura de Movimiento* se pueden distinguir principalmente en el *hardware*, ya que es la parte física que nos ayudará a capturar la posición de los *marcadores* o

imagen basada en la proyección en la pantalla de la computadora mediante las cámaras con *Sensores de Movimiento*; por otro lado, la máquina con la cual se va a correr el programa, es necesaria una tarjeta gráfica de nivel medio con la cual usaremos los programas de captura, la limpieza de escena y el ensamble con MB, que pide recursos mínimos de la máquina para poder ejecutar exitosamente los procesos.

Autodesk MotionBuilder es compatible con los siguientes sistemas operativos de 64 bits y requiere un valor mínimo:

Sistema operativo:

- Microsoft Windows 7 (SP1) y Windows 10 Professional.
- Sistema operativo WS Red Hat Enterprise Linux 6.5 y 7.2
- Sistema operativo Linux Cent OS 6.5 y 7.2

Hardware:

- CPU – procesador de varios núcleos de 64 bits Intel o AMD.
- Hardware de gráficos.
- RAM - 8 de RAM (se recomienda 16 o más).
- 8 de GB en espacio libre para la instalación.
- Mouse de 3 botones.

Con dichas características los demás programas podrán usarse sin ningún problema, ya que MB es un programa más robusto y sus necesidades superan a las de los demás, por ello son compatibles para su uso con el *hardware*.

Las características mínimas para realizar una *Captura de Movimiento* son las siguientes:

### VICON

- Mínimo 6 cámaras.
- 1 Giganet.
- 1 computadora.
- Wand Wade.
- 53 marcadores.
- Espacio mínimo de 8x8 m2.
- Ambiente controlado de luz.

### **Kinect**

- 1 cámaras.
- 1 computadora.
- Espacio mínimo de 8x8 m2.
- Programa puente para la *captura*.

### **PS3**

- Cámaras.
- 1 computadora.
- Espacio mínimo de 8x8 m2.
- Programa puente para la *Captura*.

## **iPi Soft**

- 1 cámara.
- 1 computadora.
- Espacio mínimo de 8x8 m2.
- Programa puente para la *Captura*.

## **Brekel Body Pro**

- 1 cámaras.
- 1 computadora.
- Espacio mínimo de 8x8 m2.
- Programa puente para la *Captura*.

Con la información mostrada anteriormente, se da por cumplido el objetivo es de la investigación, ya que se se expuso el punto de vista a través de los diferentes procesos que se lleva a cabo entre cada uno de los programas que se utilizo para el estudio; se realiza la comparativa entre ellos y se simplifico la explicación entre proceso para que se pueda emplear de forma óptima, entendible y de rápido acceso.

Se recuerda que, para la verificación de la información usada en el documento, se usaron las fuentes de consulta de las paginas oficiales de los programas, de los *Sistemas* con los que se trabajó, tutoría de los especialistas en el campo de la animación, captura y modelado para tener los fundamentos adecuados y respaldados por personal capacitado en la CDMX.



A continuación, se dará una breve descripción de las palabras, actividades, modismos, etc., utilizados comúnmente dentro de la animación, esto con el objetivo de simplificar y facilitar los siguientes términos:

## **GLORSARIO:**

**Clip:** Segmentos que conforman las escenas de un programa de video. Clips individuales son editados en el Timeline para formar escenas e historias completas.

**Códec:** Un esquema usado para la compresión y después descompresión, información de audio y video para facilitar su tránsito por los buses de computadoras, discos duros, conexiones de internet y otros componentes.

**Código de tiempo de fotograma:** Es un tipo de código de tiempo especificado por el standard de video NTSC, usualmente con 29.97 cuadros por segundo. Para mantener la continuidad, dos cuadros son colocados al inicio de cada minuto, excepto por cada minuto 10.

**Campo:** Cuadros de video entrelazado consisten en dos campos separados. Cada campo contiene una línea, cada una de las líneas de resolución horizontal y es dibujado en un pase diferente.

Cuadro: Imagen fija, una en una secuencia de muchas: colocadas juntas, conforman una imagen con movimiento.

Device: Acrónimo del término inglés, Dispositivo.

Frame by Frame\_- Acrónimo del término inglés Cuadro por Cuadro.

FX: Los efectos especiales son los que se llevan a cabo durante el rodaje; es decir, son aquellos efectos que se ruedan en la realidad, sin la ayuda de la postproducción, como pueden ser escenas de tiroteos, explosiones, personas colgadas de cable, etc.

Grid: Se le conoce a la Malla al centro del programa donde se determinará el punto 0 entre X, Y, Z.

*Hardware*: Componentes físicos del ordenador, es decir, todo lo que se puede ver y tocar. Clasificaremos el *hardware* en dos tipos: El que se encuentra dentro del CPU, y periféricos.

HDTV (Alta calidad Televisión): Un nuevo set de estándares de transmisión de video que incorpora resoluciones y velocidades de cuadro más altos que aquellos usados para el video análogo tradicional.

Interface: Informática. Dispositivo capaz de transformar las señales generadas por un aparato en señales comprensibles por otro. Lenguaje técnico. Zona de comunicación o acción de un sistema sobre otro.

Rotoscopia: Consiste en dibujar cada fotograma de una animación sobre un soporte original, en general una lámina de celuloide transparente. Así

se transmite al dibujo la naturalidad y secuencialidad de movimiento, expresiones, luces, sombras y proporciones propias de una filmación.

**Marker Set:** Nombre del conjunto de maracas que se le adhieren al actor para la captura en pantalla.

**Motion Graphics:** Son elementos gráficos digitales multimedia a los que se les da vida a través de la animación. Estos elementos se pueden rotar, escalar, crear movimiento o hasta conseguir una secuencia de vídeo. Este término se usa para distinguirlo de los diseños gráficos fijos.

**MoCap:** Acrónimo del término inglés Motion Capture (Captura de Movimiento).

**ROM:** Acrónimo del término inglés Rango de Movimiento.

**Multitask:** adjetivo multitareas. Hacer varias cosas al mismo tiempo.

**NTSC** (Comité Nacional de Estándares de Televisión): El estándar de emisión de video usado en América del Norte, Japón, Filipinas y otros lugares.

**Pose-T:** Posición recomendada para iniciar y terminar una captura de movimiento.

**Render:** es un término usado en para referirse al proceso de generar una imagen desde un modelo. Este término técnico es utilizado por los animadores o productores audiovisuales y en programas de diseño en 3D.

**Rig, Rigging** (Esqueleto): conjunto de huesos para formar un esqueleto para manipular un modelo 3D.

*Storyboard*: o guion gráfico es un conjunto de ilustraciones mostradas en secuencia con el objetivo de servir de guía para entender una historia, pre visualizar una animación o seguir la estructura de una película antes de realizarse o filmarse.

**PAL** (Línea de fase alternativa): El estándar de transmisión de video usado en el este de Europa, Australia, sur de Asia, Sudamérica y otros lugares.

**Píxel**: Es el elemento más pequeño de una imagen de video. Imágenes estáticas mapeadas con bits están hechas con cuadrículas conformadas con miles o hasta millones de píxeles. Una pantalla o tamaño de imagen que tenga una resolución de 640 x 480 significa que tiene de ancho 640 píxeles y 480 píxeles de alto.

**Relación de aspecto**: Es la forma de una imagen de video (la relación entre el ancho y la altura).

**RAM** (Memoria de Acceso Aleatorio): El espacio de trabajo electrónico del software y procesador de tu computadora.

**SDK**: es un conjunto de herramientas y programas de desarrollo que permite al programador crear aplicaciones para un determinado paquete de software, estructura de software, plataforma de *hardware*, sistema de computadora, consulta de videojuego, sistema operativo o similar.

**Timeline**: es una herramienta o característica de las plataformas virtuales de hoy día que permite que el usuario tenga una vista de tipo cronológico sobre las publicaciones realizadas por el resto de los usuarios.

Velocidad de cuadro: La velocidad en la que los cuadros cambian en una imagen con movimiento. Imágenes de video usualmente reproducen de 25 a 30 cuadros por segundo, así se representa la ilusión de movimiento para el ojo humano. Unas velocidades de cuadro lenta. pueden ayudar a ahorrar espacio de almacenamiento, pero pueden producir movimiento espasmódico.

Movimiento espasmódico: la velocidad de cuadro rápida produce un movimiento suave, pero utiliza un mayor porcentaje de capacidad en los dispositivos para su almacenamiento y reproducción.

VX: Los efectos visuales son los que se realizan en postproducción; es decir, se añaden al material ya filmado.

## **FUENTES DE CONSULTA**

3dtrain. "Historia de la animación por computadora." Texto. *3dtrain* WordPress 03/09/14 <<https://3dtrain.wordpress.com/2014/09/03/historia-de-la-animacion-por-computadora/>>

ALEGSA "Diccionario" *ALEGRA.com.mx* 24/12/16  
<<http://www.alegsa.com.ar/>>

Ávila Ponce, Ricardo "¿Cuáles son las diferencias entre una cámara *DSLR* y una *CSC*" *Acerca español* 24/02/2016 Web 03-03-17  
<[http://www.fotografia.about.com/od/Camaras\\_foto/tp/DSLR-CSC.htm](http://www.fotografia.about.com/od/Camaras_foto/tp/DSLR-CSC.htm)>

Autodesk Maya "Documentación oficial" 01-01-2017

<<http://www.autodesk.mx/products/maya>>

Autodesk *Motion Builder Documentation official* 01-01-2017

<<https://knowLEDge.autodesk.com/support/MotionBuilder?sort=score>>

*Brekel "Kinect" Video Brekel Tools for Marker Motion Capture WordPress*, 18-03-14 Web 16-06-17 <<http://www.brekel.com/category/kinect>>

*Build a low-cost Motion Capture System Resp AGPXnet* 25-10-2016 YouTube 02-03-2017 <<https://www.youtube.com/watch?v=XIw9cZ8i4mE&t=5s>>

Captura de Movimiento, *MOCAP, Motion Capture* 25-08-2010

<<http://www.naturalpoint.com/optitrack>>

EcuRed, 26 octubre 2017 <<http://www.ecured.cu/Fotometría>>

Friedman Ron "Animador de Personajes" *Digital Tutor FX/VX* 24/01/15

<<http://www.digitaltutors.com/tutorial/1940-Creating-Custom-Facial-Motion-Capture-in-Maya>>

Imagen utilizada: (2014, 03). *MoCap casero*. Bockytech. Recuperado 04, 2015

<<http://www.bockytech.com.tw/products/iPi%20Soft.htm>>

IIEMD "¿Qué es el Timeline?" *Instituto Internacional Español de Marketing Digital* 24/12/16 <<http://www.iiemd.com/timeline/que-es-timeline>>

*iPi Soft "Motion Capture for the Masses" iPi Soft* 01-01-2017 Web 03-02-2017

<<http://ipisoft.com/>>

Kathleen Maher, febrero 24, 2014

<<http://gfxspeak.com/2014/02/24/pinocchio-character-generator/>>

KITAGAWA M., WINDSOR B.: *MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture*. 18 Abril 2015

Microsoft Kinect "Meet Kinect for Windows" *Microsoft* 01-01-2017 Web 03-02-17

<<https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect>>

*MOTION CAPTURE Motion Capture* en el mundo: biomecánica, fisiología, deporte, simulación y entretenimiento. 15 abril 2015

<<https://coatzayork1.wordpress.com/2015/04/15/tu-propio-sistema-de-captura-de-movimiento/>>

*MoCap Kinect Tutorial I. Captura de movimiento casero.* YouTube. Recuperado 04, 2015, (2012, 05) <[https://www.youtube.com/watch?v=TgPdn\\_mK\\_MI](https://www.youtube.com/watch?v=TgPdn_mK_MI)>

Noël Gallardo "Diferencia entre Efectos Especiales (FX) y los Efectos Visuales (VFX)" Texto *noelgallardo.com* Noël Gallardo 09-05-14 Web 16-06-17

<<http://www.noelgallardo.wordpress.com/2014/05/09/diferencia-entre-efectos-especiales-fx-y-efectos-visuales-vfx>>

Roble Pntic Mec "Definición de *Hardware* y *Software*" *Roble Pntic Mec*

<[http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/1eso\\_recursos/unidad02\\_componentes\\_ordenador/teoria/teoria1.htm](http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/1eso_recursos/unidad02_componentes_ordenador/teoria/teoria1.htm)>

Reverso Diccionario "Diccionario" *Reverso Diccionario* 24/12/16

<<http://diccionario.reverso.net/>>

Sopitas "La animación y su evolución en el cine" *Sopitas* 07-03-2016 Web 09-12-2016

<<http://www.sopitas.com/590756-animacion-evolucion-cine-videos-youtube/>>

The Web Master. "La animación y su evolución en el cine." Video *mixfm*.

*mixfm*, 16-06-16 Web 12-12-16 <<http://mixfm.mx/secciones/entretenimiento-mix/la-animacion-y-su-evolucion-en-el-cine/>>

Timing for animation, Harold Whitaker, John Halas, update by Tom Sito

Tomas Liu. "Low-cost full features *MoCap* system" 17-03-2014 <  
<http://liuxingsuiyue.blogspot.mx/>>

The *MoCap* book a practical guide to the art of *Motion Capture*, Tombón  
Ricardo, Blue Edition Cortex/MotionBuilder/Maya/  
<http://www.MoCapclub.com/theMoCapbook.htm>

VICON *BLADE* "Documentación oficial" 01-01-2017

<<http://www.VICON.com/products/software/BLADE>>

Villaseñor, Ángel. "Animación Avanzada", 5 enero 2014

<https://www.youtube.com/user/angelman609/featured>

Vilchis, Carlos. "Captura De Movimiento Corporal y Facial". 06-06-2017,  
México, CDMX

*MoCap* for Artist- Workflow and techniques for Motion Capture, Windsor Brian,  
Kitagawa Midori, Editor focal press

XSEN "The leading innovation in 3D Motion *Tracking* technology" *Xsens* 01-01-  
2017 Web 03-03-2017 <<https://www.xsens.com/>>