



FACULTAD DE COMUNICACIÓN Y ARTES AUDIOVISUALES

CAPTURA DE MOVIMIENTO DEL GRUPO AFRODESCENDIENTE “LAS
TRES MARÍAS” PARA LA PRESERVACIÓN CULTURAL DEL
PATRIMONIO VIVO DEL ECUADOR

AUTOR

Francisco Alonso Vega Córdova

AÑO

2020



FACULTAD DE COMUNICACIÓN Y ARTES AUDIOVISUALES

CAPTURA DE MOVIMIENTO DEL GRUPO AFRODESCENDIENTE “LAS
TRES MARÍAS” PARA LA PRESERVACIÓN CULTURAL DEL PATRIMONIO
VIVO DEL ECUADOR

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de Licenciado en Producción Audiovisual y Multimedia,
Mención Producción Audiovisual y Animación Interactiva.

Profesor Guía
David Fernando Cazar García

Autor
Francisco Alonso Vega Córdova

Año
2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido este trabajo, captura de movimiento del grupo afrodescendiente "Las Tres Marías" para la preservación cultural del Patrimonio Vivo del Ecuador, a través de reuniones periódicas con el estudiante, Francisco Alonso Vega Córdova, en el semestre 2020-10, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



David Fernando Cazar García

Máster en Dirección y Producción Cinematográfica de Animación Digital

CI: 1716915358

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, captura de movimiento del grupo afrodescendiente "Las Tres Marías" para la preservación cultural del Patrimonio Vivo del Ecuador, del estudiante Francisco Alonso Vega Córdova, en el semestre 2020-10, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación".



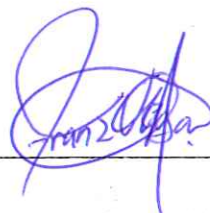
Alexis Neptalí Pavón Levoyer

Mgs. Estudios del Arte

CI: 1709849812

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

"Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes".



Francisco Alonso Vega Córdova

CI: 1726271800

AGRADECIMIENTOS

A Las Tres Marías por permitirme su recreación digital. A mi hermana Itzel por realizar las coreografías. A los docentes David Cazar y Paulo Guerra, que creyeron en este proyecto y brindaron su apoyo y conocimiento.

DEDICATORIA

A María Magdalena Pavón,
para que su memoria y la de
sus hermanas prevalezcan
por varios años.

RESUMEN

El presente proyecto de titulación consiste en realizar una captura de movimiento por medio de Xbox Kinect a un baile del grupo musical afro ecuatoriano Las Tres Marías con el fin documentar el patrimonio vivo del Ecuador de manera artística.

Las Tres Marías es una agrupación musical conformada por tres hermanas, María Magdalena Pavón, Gloria Pavón y Rosa Pavón, procedentes de un pequeño pueblo ecuatoriano en Ibarra llamado Chalguayacu. En el año 2013 fueron nombradas como Patrimonio Vivo del Ecuador, sin embargo, María Magdalena Pavón falleció en septiembre del 2018, suceso el cual supone un fin para esta agrupación. Por esta razón, se plantea la captura de movimiento como una posible herramienta para su conservación.

El proyecto busca de manera novedosa y con tecnología accesible, documentar a estas grandes mujeres, íconos no solamente de un Patrimonio, sino de una identidad cultural para el pueblo afro ecuatoriano.

Para este proyecto se utilizó varios métodos digitales para la recreación 3D de las hermanas Pavón, entre ellas fotogrametría, modelado y escultura digital, para finalmente, con la ayuda de una danzante, recrear movimientos propios de Las Tres Marías y capturarlos por medio de Kinect. De esta manera, se obtiene un producto de calidad y, sobre todo, documentar la memoria de quienes representan un Patrimonio del Ecuador.

ABSTRACT

The following degree project consists of making a motion capture through Xbox Kinects to the Afro-Ecuadorian musical group Las Tres Marías in order to document the living heritage of Ecuador.

Las Tres Marías is a musical group formed by three sisters, María Magdalena Pavón, Gloria Pavón and Rosa Pavón, from a small Ecuadorian town in Ibarra called Chalguayacu. In 2013 they were named as Living Heritage of Ecuador, however, María Magdalena Pavón passed away in September 2018, which meant the end of the group. For this reason, motion capture was considered as a possible tool for its conservation.

The project seeks to document these amazing women in an innovative way and with accessible technology, since they are icons not only of a Heritage, but of a cultural identity for the Afro-Ecuadorian people.

For this project, several digital methods were used for the 3D recreation of the Pavón sisters, including photogrammetry, modeling and digital sculpture, and finally, with the help of a dancer, recreate movements of Las Tres Marías and capture them through Kinects. In the end, a quality product is obtained and, above all, the memory of those who represent a Heritage of Ecuador stays alive.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Justificación	6
CAPÍTULO II	8
ESTADO DE LA CUESTIÓN	8
2.1. Las nuevas tecnologías y la captura de movimiento en la danza virtual.....	8
2.1.1. Concepto y características de las nuevas tecnologías de la comunicación	8
2.1.3. Tipos de captura de movimiento.....	13
2.1.4. Usos más comunes de la captura de movimiento	18
2.1.5. Captura de movimiento aplicada a la danza.....	21
2.1.6. Concepto y características de la danza virtual.....	23
2.2. Patrimonio inmaterial del Ecuador	25
2.2.1. Características del patrimonio inmaterial del Ecuador.....	25
2.2.2. Música, danza y personajes del patrimonio vivo del Ecuador.....	27
2.2.3. Productos audiovisuales enfocados al patrimonio ecuatoriano	32
CAPÍTULO III	36
DISEÑO DEL ESTUDIO	36
3.1. Planteamiento del problema.....	36
3.2. Preguntas	37
3.2.1. Pregunta general	37
3.2.2. Preguntas específicas	37
3.3. Objetivos.....	38
3.3.1. Objetivo general.....	38
3.3.2. Objetivos específicos.....	38
3.4. Metodología	38
3.4.1. Contexto y población	38
3.4.2. Tipo de estudio	39

3.4.3. Herramientas a utilizar	39
3.4.4. Tipo de análisis.....	40
CAPÍTULO IV	43
DESARROLLO DEL PROYECTO	43
4.1. Introducción	43
4.2. Captura de movimiento a Las Tres Marías	43
4.2.1 ¿Es posible capturar movimiento a bajo costo con resultados óptimos?.....	43
4.2.2. ¿Por qué capturar con XBOX Kinect?	46
4.6.1. Consideraciones para la bailarina.....	48
4.2.3. Consideraciones del computador	49
4.2.4. Consideraciones del lugar	49
4.2.5. Capturar el movimiento perfecto.....	50
4.2.6. Limpieza del movimiento extraído	54
4.3. Modelado 3D	56
4.3.2. Fotogrametría	56
4.3.3. Cuerpo.....	61
4.3.4. Accesorios	64
4.3.5. Atuendos.....	64
4.3.6. Textura.....	66
4.4. Rigging y transferencia de movimiento	70
4.4.2. Rig corporal	70
4.4.3. Rig facial.....	72
4.4.4. Transferencia del movimiento.....	72
4.4.5. Limpieza del movimiento transferido	73
4.4.6. Simulación de Ropa.....	74
4.4.7. Exportación.....	75
4.5. Importar a Unreal Engine 4	77
4.6.1. Importar archivos alembic.....	78
4.6.2. Texturas.....	79
4.6.3. Actor Blueprint Class	80
4.6.4. Level Sequencer.....	81
CAPÍTULO V	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85

5.1.	Conclusiones	85
5.2.	Recomendaciones	85
REFERENCIAS		87
ANEXOS		96

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

El presente proyecto de investigación se centra en la realización de una captura de movimiento al grupo afro ecuatoriano Las Tres Marías, con el principal objetivo de documentar el patrimonio inmaterial del Ecuador de forma artística como un referente para fomentar el uso creativo e innovador de las nuevas tecnologías de información. Actualmente existe un interés por generar nuevos atractivos culturales para su difusión, sin embargo, no se han evidenciado en el país proyectos anteriores relacionados con la documentación a través de la captura de movimiento de las diferentes expresiones del patrimonio, por lo que representa un reto conseguir un producto de calidad que, además, sea de bajo costo, facilitando de esta manera el interés por realizar diferentes estudios o productos relacionados con otras danzas o diferentes personajes que representen el patrimonio vivo del Ecuador. El proyecto puede aportar a la industria ecuatoriana con una manera diferente, moderna e innovadora de preservación y documentación del patrimonio inmaterial del país.

El trabajo presenta el capítulo introductorio, con introducción, antecedentes y justificación, en donde se explica el motivo por el cual se realizará el producto. En su segundo capítulo se detalla el estado de la cuestión que se ha dividido en dos principales temas: las nuevas tecnologías y la captura de movimiento en la danza virtual, y el patrimonio inmaterial del Ecuador. El primer tema se divide en conceptos y características de las nuevas tecnologías, así como el origen de la captura de movimiento y las diferentes formas de realizarla. Se tomarán en cuenta las características de la danza virtual y el papel que tiene la captura de movimiento en los productos culturales. En el segundo tema se abordarán conceptos del patrimonio y qué expresiones artísticas son consideradas como parte del mismo, tales como la música, danza y personajes del patrimonio enfocados en productos audiovisuales del país.

El tercer capítulo comprende el diseño del estudio, planteamiento del problema, preguntas, objetivos y la metodología a utilizar. El cuarto capítulo tratará sobre el desarrollo del producto y, finalmente, el quinto capítulo mostrará las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron a lo largo de todo el proceso de investigación y realización de este trabajo.

1.2. Antecedentes

Las Tres Marías es un grupo afro ecuatoriano conformado por tres mujeres de la comunidad de Chalguyacu en la provincia de Imbabura que por más de seis décadas han deleitado al Ecuador y Colombia con la tradicional música del Valle del Chota, la Bomba (Rosero, 2018). Estas mujeres han sido reconocidas como Patrimonio Vivo del Ecuador (El Gobierno reconoce a 6 músicos, 2013) y desde entonces han surgido algunos proyectos con ansias de inmortalizar a este ícono de identidad afro ecuatoriana.

La Bomba, como género musical, se comunica a través del movimiento como expresión corporal (Guerra, 2013), reflejando la identidad cultural del pueblo afro del Ecuador. Para generar un acercamiento a la cultura a través de nuevas estrategias se puede recurrir a la difusión por medios de comunicación masiva (Tacuri y Mosquera, 2018). Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) favorecen en la difusión versátil del patrimonio cultural (Caro, Luque y Zayas, 2015). Por esta razón, el modelado 3D y la captura de movimiento de un grupo musical que representa un lenguaje corporal podría significar una forma atractiva y moderna de documentar e inmortalizar el Patrimonio Inmaterial del Ecuador.

Rosa, Gloria y María Magdalena son las tres mujeres que conformaban la banda afro ecuatoriana llamada Las Tres Marías. Estas artistas, desde muy niñas, aprendieron a interpretar la música imitando los sonidos de ciertos instrumentos, como la trompeta, tambores e incluso cornetas (Rosero, 2014), para dar vida a la música Bomba. La gran acogida de su talento las llevó a recorrer parte de Ecuador y Colombia, recibiendo el Mérito Cultural en el año 2012 y para el año 2014 ser declaradas, junto a cinco músicos más, como Patrimonio Vivo del

Ecuador (El Gobierno reconoce a 6 músicos, 2013; Rosero, 2018).

En el año 2018, María Magdalena Pavón Julios falleció a sus 77 años a causa de diabetes (Rosero, 2018). Las hermanas Pavón, Las Tres Marías, han manifestado que la muerte de una de sus integrantes podría suponer el fin del grupo musical de Bomba afro ecuatoriano (Andrade, 2016), suceso que pone en duda el futuro de este Patrimonio Vivo.

El Patrimonio Vivo o Inmaterial es aquel que ha sido aceptado como parte de una identidad y transmitido por varias generaciones dentro de un pueblo o comunidad (UNESCO, 2017) y puede diferenciarse a través de:

- **Tradiciones y expresiones orales:** las cuales hacen referencia al idioma.
- **Artes del espectáculo:** como son las danzas y sus festejos.
- **Usos sociales:** tales como festividades o rituales.
- **Conocimientos:** o mejor conocidos como saberes ancestrales.
- **Técnicas artesanales.**

La Bomba puede abarcar todos estos criterios, por un lado, sus técnicas artesanales, es un instrumento de percusión realizado con cuero de chivo (Cruz, 2013), muy parecido a lo que comúnmente se conoce como Conga. Por otro lado, la música de la Bomba es conocida por sus saberes, representa la cotidianidad del afro choteño, su tradición oral por medio de sus letras y melodías transmitidas de generación en generación, cuenta su historia e identidad desde sus raíces africanas (Cruz, 2013; Guerra, 2013; Montenegro, 2013).

El pueblo afro choteño vive su cotidianidad junto con la Bomba, la cual se comunica con los elementos de la naturaleza: el agua representa la vida, el río Chota, capaz de proveer agua para las prácticas agrícolas; el fuego representa a la mujer, la pasión, como también es considerado como un elemento purificador, es la fuerza del pueblo afro choteño; por último, el aire significa “soplo de vida” (Cruz, 2013), permitiendo que los seres respiren y vivan junto con la Tierra.

La Bomba tiene diversas formas de ser definida y su baile va más allá que una

simple danza acompañada de música, es una constante comunicación, un diálogo corporal, una interminable seducción a la pareja (Cruz, 2013; Guerra, 2013) y, a pesar de esto, no tiene reglas, es un estilo completamente libre, casi improvisado (Montenegro, 2013). De esta manera, el pueblo afro choteño construye su identidad día a día con el bailar de la Bomba.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado es pertinente entender que, aunque la Bomba forma parte de la identidad del afro choteño, no se ha logrado considerar como Patrimonio Inmaterial del Ecuador (La bomba, símbolo musical, 2019), pero Las Tres Marías representan de manera indirecta una forma de hacer Patrimonio a este ritmo y sus movimientos. Esta razón es importante para el fortalecimiento de la identidad afro choteña en la participación activa del pueblo para la apropiación de sus derechos como Patrimonio Cultural Inmaterial (UNESCO, 2017).

De este modo, varios proyectos han surgido para conservar el Patrimonio del Ecuador, tales como De Taitas y De Mamas, realizado por Ivis Flies en 2013, el cual recoge los saberes de la cultura a través de la música o las asombrosas esculturas de más de 10 mujeres del Valle del Chota realizadas por Alice Trepp (Aguas, 2018; Rosero, 2018). Estos proyectos buscan documentar e inmortalizar el Patrimonio y se los ha realizado con la participación activa de las personas que han sido nombradas como Patrimonio Vivo.

La música tiene un alto valor de identidad para Latinoamérica, representa su cultura y su origen como ser humano (Tacuri y Mosquera, 2018). Por esta razón, es vital para una sociedad promover y potenciar toda manifestación cultural. Una forma de documentación y difusión es el videoclip de las expresiones culturales de la danza y su música popular con el objetivo de alcanzar de forma efectiva una mayor cantidad de audiencia que pueda apreciar géneros que comúnmente no son transmitidos por la mayoría de los medios de comunicación (Tacuri y Mosquera, 2018).

En el Ecuador se han registrado varios proyectos con Las Tres Marías, siendo, en su mayoría, proyectos documentales o discográficos, sin embargo, la

producción audiovisual de un ritmo como la Bomba, que significa movimiento, no puede ser captada en su totalidad o en toda su esencia en un producto únicamente audiovisual, ya que se interpone la mezcla de dos artes; la danza y el video (Toro, 2014). Por un lado, la danza podría manifestarse como un subproducto del video y, por ello, algunos coreógrafos pueden sentirse utilizados, puesto que el video, al ser editado, siempre se maneja a partir del punto vista de quien lo realiza, quitando protagonismo o movimientos que para el danzante tienen mayor relevancia (Toro, 2014), es decir, mientras que la danza está pensada en ser vista en su totalidad, el video muestra al espectador únicamente ciertos movimientos que el video realizador ha considerado con mayor atractivo visual.

Aunque la unión de estas dos artes puede significar una problemática, es también una oportunidad de crear nuevas narrativas para el mundo audiovisual, como la captura de movimiento, que puede plasmar la totalidad de la danza. Esta tecnología, también conocida como MoCap o Motion Capture en inglés, es capaz de grabar el movimiento del mundo real y convertirlo en movimientos digitales 3D, los cuales se han utilizado por varios años en la industria de los videojuegos y el cine (Kozlova, 2017), sin embargo, también ha trascendido en el uso para investigaciones científicas e incluso para entender el movimiento del ser humano con la música (Godøy, Song, Nymoen, Haugen y Jensenius, 2016).

El estudio del movimiento ha sido un tema reciente para la investigación, la relación del movimiento del ser humano con un estímulo musical se ha investigado a través del ritmo de la samba de Brasil, comparando los movimientos del danzante con la percusión de la música, el movimiento del ser humano frente a un instrumento y el movimiento entendido como un estímulo complejo que crea su propio patrón rítmico relacionado con el ritmo propio de la música (Godøy et al., 2016). Esto supone una compleja relación danza-música y, como se ha mencionado anteriormente, el movimiento también es parte de una identidad cultural.

Las TIC han experimentado una fuerte ramificación de su utilidad y representan la manera más eficaz de documentar la cultura, pues se han convertido durante

la última década en una forma de gestionar y crear atractivos culturales (Caro et al., 2015). Registrar el movimiento de Las Tres Marías, junto con su peculiar forma de bailar la Bomba, nace de la necesidad de preservar el Patrimonio Inmaterial del Ecuador, como también puede innovar el turismo cultural a partir de la creación de nuevos “destinos patrimoniales” (Caro et al., 2015).

1.3. Justificación

El interés por utilizar las nuevas tecnologías de la comunicación para la documentación o preservación del patrimonio nace de la necesidad de crear nuevos métodos que motiven al espectador a conocer el patrimonio de una manera artística, distinta y novedosa. En la ciudad de Quito se puede observar en ciertos museos la implementación de tecnologías que son propicias e innovadoras al momento de contar la historia y documentar el patrimonio inmaterial del Ecuador.

Existen varias herramientas para facilitar la documentación del patrimonio, como el modelado y escaneo 3D que permite capturar objetos, personas, animales, fósiles, vasijas y un sinnúmero de formas tridimensionales del mundo físico para luego ser conservados digitalmente de manera óptima, limpia y muy exacta para futuras investigaciones e incluso para su difusión en espacios como museos. Sin embargo, la captura de movimiento podría representar otra alternativa para documentar danzas tradicionales, las cuales son consideradas parte del patrimonio inmaterial.

La alternativa de capturar el movimiento de lo patrimonial es una forma llamativa que no se ha utilizado anteriormente en el país e incluye varios mecanismos ya utilizados para la documentación del patrimonio, como el escaneo 3D, modelado 3D, animación y su fusión con otras tecnologías, como la realidad aumentada e interactividad con el usuario. Por esta razón, el proyecto beneficia al área social, primeramente, porque documenta la cultura ecuatoriana para su potencialización, contribuyendo e innovando en los ejes principales del Ministerio Nacional de Patrimonio Cultural y, por otro lado, puede marcar un interés por realizar proyectos similares con diferentes propósitos, puesto que la captura de

movimiento puede utilizarse en varias ramas: videojuegos, películas, ciencia, medicina, entre otras.

El proyecto también beneficia directamente al grupo Las Tres Marías, ya que, con esto, se preservan los movimientos de las mujeres quienes pertenecen al grupo. De igual manera, el pueblo afro choteño se ve beneficiado de manera indirecta, ya que el grupo comparte la misma cultura y tradiciones. Por último, el baile de la bomba, al no ser reconocido como patrimonio inmaterial, se ve beneficiado indirectamente a través de la documentación de quienes son patrimonio y hacen uso de su ritmo, danza y tradiciones.

El desarrollo del proyecto se divide en tres etapas. La primera, preproducción, se centra en la investigación de cómo crear una captura de movimiento a bajo costo con buenos resultados para posteriormente socializar la idea del producto directamente con Las Tres Marías y, con esto, lograr el permiso para utilizar su imagen en el proyecto, entendiendo que no se verán perjudicadas de ninguna manera, es decir, que su imagen se utilizará para fines académicos con el propósito de documentar el patrimonio al cual pertenecen. La segunda comprende el desarrollo en sí del producto, en el cual se procederá a realizar foto escaneo a las esculturas del grupo musical para obtener una referencia para el modelado 3D de las integrantes, posteriormente, se realizará el proceso de *rigging* y, finalmente, se conectará la animación obtenida de la captura de movimiento con el sistema de huesos utilizados en primera instancia. La tercera comprende la presentación del proyecto, su evaluación y búsqueda de posibles mejoras al producto. El proyecto tendrá un tiempo de cinco meses para ser presentado en su totalidad.

CAPÍTULO II

ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. Las nuevas tecnologías y la captura de movimiento en la danza virtual

En el siguiente apartado se abordan los conceptos y características de las nuevas tecnologías por diferentes autores. También se dará a conocer qué es la captura de movimiento, sus usos más comunes y cómo esta tecnología ha sido utilizada para crear productos culturales sumamente interesantes como es el caso de la danza virtual, un concepto que ha estado en debate durante algún tiempo.

2.1.1. Concepto y características de las nuevas tecnologías de la comunicación

Se puede afirmar que en la actualidad las tecnologías de la información y comunicación (TIC) están cada vez más involucradas en la cotidianidad del ser humano. Esto es “producto de la ya referida masificación de dispositivos, así como de la disminución de sus costos e incremento de sus capacidades” (Romaní, 2009, p. 16). Sin embargo, la pregunta que surge a partir de esta nueva era de la tecnología, es cómo definir a las TIC y cuál es su papel o sus principales características.

Almenara (como se cita en Romaní, 2009) define a las TIC como tecnología necesaria para la gestión y transformación de la información. De igual manera, destaca a las TIC como un elemento esencial para la sociedad de la información, permitiendo la capacidad universal a la accesibilidad y contribución a las ideas, información e incluso el conocimiento.

Nos referimos a ellas [TIC] como una serie de nuevos medios que van desde los hipertextos, los multimedia, internet, la realidad virtual, o la televisión por satélite. Una característica común que las definen es que

estas nuevas tecnologías giran de manera interactiva en torno a las telecomunicaciones, la informática y los audiovisuales y su combinación como son los multimedia. (Romaní, 2009, p. 11)

De esta manera, el desarrollo de las TIC ha transformado la idea preconcebida de cómo acceder y tratar a la información. Hace poco tiempo, las personas han adquirido un mayor acceso a la información, de manera que, hoy en día, la biblioteca virtual es considerada como un instrumento básico para determinadas áreas del conocimiento (Cabero, 2006). A medida que va creciendo el acceso a la información, es importante señalar el concepto que Cabero ha atribuido a las TIC en el año 1998.

En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconexionadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas. (como se cita en Ortí, 2011, p. 1)

Romaní propone un claro ejemplo que se relaciona directamente con la explicación propuesta por Cabero sobre la interconexión interactiva que existe entre las TIC para crear nuevas realidades comunicativas. “Aunque la fotografía existe hace más de un siglo, sólo en los últimos años la telefonía móvil ha incorporado la posibilidad de tomar fotos” (Romaní, 2009, p. 16), haciendo referencia a lo que el autor denomina como convergencia e hibridación de las TIC. Si se piensa en esta interconexión de una forma más actual, los teléfonos inteligentes han conseguido nuevas realidades comunicativas que van más allá de tomar fotos y llamar, hoy por hoy estos aparatos son capaces de navegar en internet, acceder a la realidad aumentada a través de sus cámaras, se han convertido cada vez más en una especie de ordenadores pequeños.

“Las características más distintivas de las NT [nuevas tecnologías] son las siguientes: inmaterialidad, interactividad, instantaneidad, innovación, elevados parámetros de calidad de imagen y sonido, digitalización, influencia más sobre

los procesos que sobre los productos, automatización, interconexión y diversidad” (Cabero, 2006, p. 21). Cada una de estas características se puede definir de la siguiente (Cabero, 2006):

- **Inmaterialidad:** se refiere a la posibilidad de crear un mensaje sin la necesidad de un referente externo. De esta manera, la información puede ser transparente y ser llevada de forma inmediata a lugares lejanos.
- **Interactividad:** no se podría hablar de interactividad sin la participación activa del sujeto con el ordenador, consiguiendo un intercambio de información de ambas partes para adaptar los recursos que se han utilizado a las necesidades tanto del usuario como del ordenador.
- **Instantaneidad:** se refiere al acceso de la información desde cualquier lugar del mundo, rompiendo las barreras temporales y espaciales entre culturas y naciones.
- **Innovación:** las TIC persiguen su constante mejora, están sujetas al cambio y, por ende, a la superación cuantitativa y cualitativa de su predecesora, sin embargo, hay que entender que esta superación no se refiere a un reemplazo, sino a una mejora constante de sus versiones anteriores.
- **Calidad técnica de imágenes y sonidos:** se trata de mejorar la calidad y fiabilidad de la información.
- **Digitalización:** consiste en codificar la información de manera análoga en códigos numéricos que facilitan la manipulación y la distribución. Puede ser la imagen fija, en movimiento, sonidos o incluso datos.
- **Influencia a los procesos más que a los productos:** “Es posible que el uso de diferentes aplicaciones de la TIC presente una influencia sobre los procesos mentales que realizan los usuarios para la adquisición de conocimientos, más que sobre los propios conocimientos adquiridos”(Ortí, 2011, p. 2).
- **Automatización:** la misma complejidad de las tecnologías en la aparición de nuevas herramientas y posibilidades, permite el manejo automático de las mismas en actividades sociales, profesionales y personales.

- **Interconexión:** hace referencia a la creación de una gran red de comunicación para el refuerzo mutuo entre diferentes tecnologías unidas para generar un mayor impacto colectivo que individual.
- **Diversidad:** debe entenderse en dos ámbitos, desde la comunicación entre personas hasta el proceso para crear nuevas informaciones.

2.1.2. Origen y concepto de captura de movimiento

“La captura de movimiento es la grabación del movimiento del cuerpo humano (u otro movimiento) para un análisis inmediato o retardado para ser reproducido” (Sturman, 1994, p. 1). De esta forma, la captura puede ser tan simple como la posición del cuerpo o tan compleja que puede capturar la deformación de la masa muscular de las expresiones faciales (Sturman, 1994).

La idea de capturar el movimiento humano no parece ser algo nuevo, basta pensar en ciertos dibujos animados de Disney, como es el caso de *Blancanieves* estrenada en 1937, en la que el estudio realizó dibujos sobre cintas de actores reales quienes bailaban (Sturman, 1994) y, de esta forma, se conseguía un movimiento exacto y realista para la animación. La técnica se llamó rotoscopia la cual “consiste en la extracción del movimiento de una figura desde una secuencia filmada, dibujando a mano sobre una base transparente cada uno de los fotogramas” (Boucher, 2011, p. 62). Sin embargo, muy contrario a lo que comúnmente se piensa, la rotoscopia no fue inventada por Disney, sino por Max Fleischer en 1915 y patentada en 1917 (Ramis, 1916; Boucher, 2011).

La pregunta que surge a partir de este nuevo término es: ¿La rotoscopia es considerada como una forma de realizar captura de movimiento? Boucher (2011) explica que existen controversias al momento de determinar si es o no un tipo de captura, algunos argumentan que solamente es una técnica de animación, sin embargo, la captura de movimiento es un tipo de animación, por lo que el autor sugiere que, si se acepta a la captura de movimiento como una forma de animación, entonces, debe aceptarse a la rotoscopia como su precursora.

Si se entiende a la captura de movimiento para realizar un análisis o estudio del mismo, entonces, su origen parece ser más lejano. Xsens, la empresa líder en

tecnología para la captura 3D del movimiento, propone el origen de la captura de movimiento de la siguiente forma:

- **Aristóteles (384-322 A.C.):** puede considerarse el primer biomecánico a partir de su libro *De Motu Animalium*, en el cual explica el movimiento de los animales como un sistema mecánico.
- **Leonardo Da Vinci (1452-1519):** describe y analiza la mecánica de levantarse, caminar hacia arriba y abajo, saltar, entre otras.
- **Galileo (1564-1643):** analiza matemáticamente las funciones fisiológicas.
- **Galilei, Borelli (1608-1679):** descubre las fuerzas requeridas para el equilibrio en diferentes uniones del cuerpo humano. Determina el centro gravitacional del cuerpo.
- **Newton (1642-1727), Bernoulli (1700-1782), Euler (1707-1783), Poiseuille (1799-1869), Young (1773-1829):** se consideran los pioneros de la biomecánica.
- **Muybridge (1830-1904):** fue el primer fotógrafo en diseccionar el movimiento humano y animal a través de la fotografía. Esta técnica fue utilizada científicamente por primera vez por Marey (1830-1904) “quien correlacionó las fuerzas de reacción del suelo con el movimiento y fue pionero en el análisis moderno del movimiento” (A history of motion capture, s.f.).

Sturman (1994), por otro lado, realiza una línea de tiempo sobre la historia de la captura de movimiento enfocada en la evolución y mejora de esta tecnología a nivel digital:

- **Simon Fraser University – Goniómetros (1980-1983):** los laboratorios de la biomecánica empiezan a utilizar el ordenador para el análisis del movimiento humano. Se utilizó mayormente para el estudio de coreografías y anormalidades clínicas sobre el movimiento.
- **Marioneta gráfica (1982-1983):** Ginseberg y Maxwell presentan el primer sistema capaz de transmitir el movimiento real a una marioneta 3D llamada

Op-Eye, pero la poca capacidad de las máquinas elevó el costo, considerándose una tecnología para la animación.

- **Mike, la cabeza habladora (1988):** Wahrman desarrolla para *Silicon Graphics* el primer sistema con la capacidad de mostrar en tiempo real la captura de movimiento con cuatro máquinas. Este sistema logró capturar parámetros de la cara como la boca, ojos, expresiones e incluso la posición de la cabeza.
- ***Pacific Data Images – Waldo C. Graphic (1988)*:** se utilizaron trajes especializados en la captura de movimiento, se mejoró el rendimiento de los personajes virtuales.
- **Dozo (1989):** Kleiser-Walczak crea a Dozo, una animación de una mujer la cual canta al frente de un micrófono en un video musical, lo que resultó en un post procesamiento bastante demoroso.
- **Mat el fantasma (1991):** la productora francesa Videosystem desarrolla un personaje animado en tiempo real llamado Mat el fantasma (*Mat the Ghost*), capaz de interactuar con las personas en la vida real.
- **Mario (1992):** se crea por primera vez un sistema capaz de capturar en tiempo real las expresiones faciales a partir de la mímica de un actor real.
- **Acclaim (1993):** por primera vez se muestran dos personajes animados completamente por captura de movimiento, capaz de capturar en tiempo real más de 100 puntos simultáneamente. Esta tecnología se utilizó para el desarrollo de videojuegos.
- **Hoy en día:** la captura de movimiento se ha comercializado con mayor facilidad y, por ende, el acceso a esta tecnología es más accesible para ser utilizada en diferentes campos.

2.1.3. Tipos de captura de movimiento

Para capturar el movimiento de una persona es necesario entender qué método será el apropiado para el proyecto deseado. Existen diferentes formas de realizar este trabajo: mecánica, óptica y electromagnética (Boucher, 2011), sin embargo, deben añadirse a la lista el sistema acústico y de puntos de inercia (A history of motion capture, s.f.; Gmitterko y Lipták, 2013). Cada uno de estos sistemas ha

sido diseñado para diferentes propósitos. A continuación, una breve explicación de cada uno de ellos:

Captura de movimiento mecánica

Este sistema rastrea el ángulo de los puntos de unión referidos por un exoesqueleto unidos al cuerpo humano (ver Figura 1).

Los sistemas mecánicos de captura de movimiento son sistemas inalámbricos (sin ataduras) en tiempo real, de costo relativamente bajo, sin oclusión y tienen un volumen de captura ilimitado. Normalmente, son estructuras rígidas de varillas plásticas o de metal rectas articuladas, unidas entre sí con potenciómetros que se articulan en las articulaciones del cuerpo. Algunos trajes proporcionan una respuesta de fuerza limitada. (Gmiterko y Lipták, 2013, p. 212)



Figura 1. Sistema mecánico Gypsy. Adaptado de Motion Capture of Human for Interaction with Service Robot., por A. Gmiterko y T. Lipták, 2013, p. 212.

Captura de movimiento magnética

El sistema utiliza sensores ubicados en el cuerpo para medir la baja frecuencia del campo magnético generado por una fuente transmisora (ver Figura 2). Esta

fuente crea un campo magnético cuando una corriente es aplicada, es decir, cuando existe un movimiento, midiendo la fuerza a través de sensores 3D de los campos, calculando la posición y la rotación exacta de los sensores (A history of motion capture, s.f.).

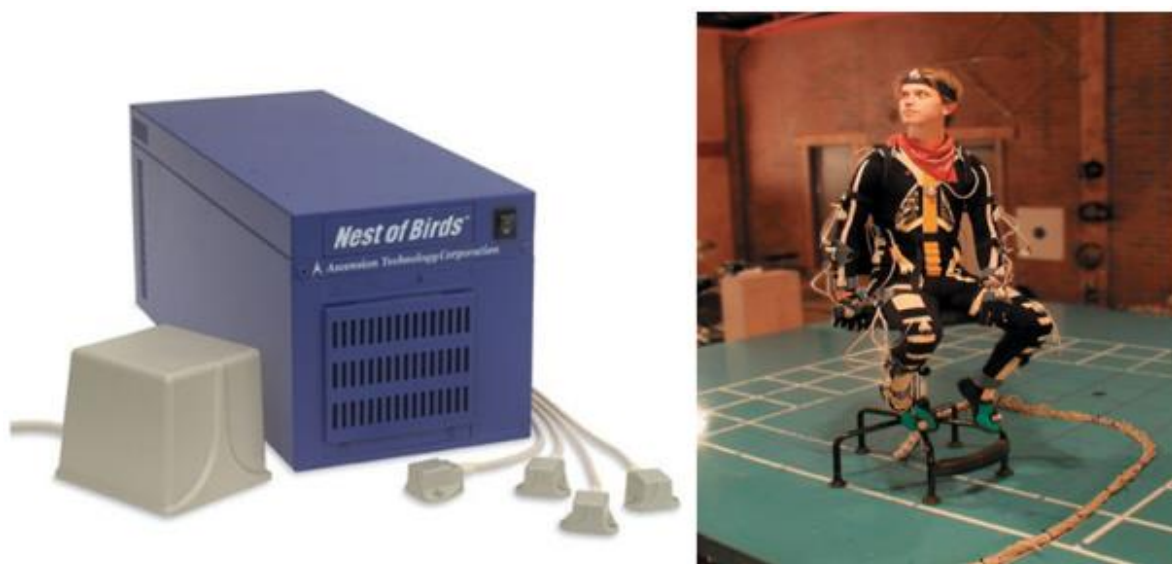


Figura 2. Sistema magnético Nest of Birds. Adaptado de *Motion Capture of Human for Interaction with Service Robot*, por A. Gmiterko y T. Lipták, 2013, p. 213.

Captura de movimiento acústica

Para este sistema se utilizan pulsos ultrasónicos que pueden determinar la posición gracias al viaje a través del tiempo del sonido. Gracias a este sistema es posible posicionarlo en cualquier parte del cuerpo y no en su totalidad, sin embargo, la física del sonido limita la precisión, ya que se puede ver afectado por el reflejo de otros sonidos (A history of motion capture, s.f.).

Captura de movimiento óptico

Utiliza varias cámaras para procesar la imagen captada en 2D y transformarla en 3D. Este sistema requiere de pequeños sensores 2D, los cuales pueden ser pasivos (sin emisión de luz) o activos (con emisión de luz) para que las cámaras usen los puntos de seguimientos (ver Figura 3), generando una libertad de tres

grados para cada uno de los sensores (A history of motion capture, s.f.; Gmitterko y Lipták, 2013).



Figura 3. Sistema óptico de captura.
Adaptado de *Motion Capture of Human for Interaction with Service Robot*, por A. Gmitterko y T. Lipták, 2013, p. 213.

Captura de movimiento inercial

La tecnología de captura de movimiento inercial se basa en sensores inerciales en miniatura, modelos biomecánicos y algoritmos de fusión de sensores. Los datos de movimiento de los sensores inerciales (*inertial guidance system*) a menudo se transmiten de forma inalámbrica a una computadora, donde se registra o se ve el movimiento. (Gmitterko y Lipták, 2013, p. 213)

El sistema utiliza giroscopios para la mayor precisión del movimiento, dando una libertad de movimiento para todo el cuerpo humano de 360 grados (A history of motion capture, s.f.; Gmitterko y Lipták, 2013).



Figura 4. Sistema inercial IGS-190.

Adaptado de Motion Capture of Human for Interaction with Service Robot, por A. Gmitterko y T. Lipták, 2013, p. 213.

En resumen, se puede dividir a la captura de movimiento en dos categorías: basada en marcas y tecnología sin marcas. La captura basada en marcas incluye sistemas ópticos e inerciales, así como también implementa giroscopios, acelerómetros, etc. Ejemplos de estos sistemas son: *Wii joystick*, *MotionPod*, IGS-190 (ver Figura 4), entre otros (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017). Mientras que el sistema sin marcas no requiere que la persona utilice un traje especial para la captura de movimiento.

En resumen, se puede dividir a la captura de movimiento en dos categorías: basada en marcas y tecnología sin marcas. La captura basada en marcas incluye sistemas ópticos e inerciales, así como también implementa giroscopios, acelerómetros, etc. Ejemplos de estos sistemas son: *Wii joystick*, *MotionPod*, IGS-190 (ver Figura 4), entre otros (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017). Mientras

que el sistema sin marcas no requiere que la persona utilice un traje especial para la captura de movimiento.

Aunque la fiabilidad y la sensibilidad del seguimiento no resulta apropiada para las necesidades más usuales de la industria de la captura para animación, el sistema sin marcas es el futuro dentro del campo. [...] el sistema sin marcas aún sufre de precisión y no puede competir con los sistemas basados en marcas los cuales llegan a precisiones milimétricas en tiempo real. Por otro lado, el sistema en base a marcas es más costoso y más complicado de usar. (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017, p. 139)

2.1.4. Usos más comunes de la captura de movimiento

La captura de movimiento ha ganado un amplio campo en el mundo del cine, desde el personaje icónico Jar Jar Binks de *La Guerra de las Galaxias* (Star Wars) hasta los personajes de *Expreso Polar* (Polar Express). Este sistema de capturar movimientos puede resultar un poco extraño comparando a las nuevas tecnologías del cine como *Avatar* de Steven Spielberg hasta las conocidas películas de Marvel, las cuales, al ser más actuales, contaron con tecnología más avanzada (Dent, 2014). No se puede dejar de lado a la industria de videojuegos que, por excelencia, ha optado por la captura de movimiento para el desarrollo de entretenimiento, como es el caso del juego *The Last of Us* considerado como el mejor ejemplo de captura de movimiento para videojuegos (Dent, 2014; Kozlova, 2017).

“La captura de movimiento permite que las cualidades idiosincrásicas se graben y reproduzcan en personajes morfológicamente diferentes de su origen; podría ser que Laurel se mueva como Hardy y viceversa” (Boucher, 2011, p. 65). Sin embargo, la idea de crear la tecnología de la captura de movimiento no fue, necesariamente, pensada para el entretenimiento. En un principio, quienes se beneficiaron de la tecnología fueron los ámbitos de la medicina, el deporte, entre otras (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017; Menache, 2011).

De manera general, puede decirse que la captura de movimiento tiene amplios campos para su aplicación y su relación para la investigación puede categorizarse de la siguiente manera (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017):

- **Sistema de diseño de captura de movimiento:** se refiere al desarrollo de nuevos avances para la captura de movimiento, mejorando sus herramientas.
- **Captura de movimiento para el análisis del movimiento:** analizar las similitudes y diferencias entre movimientos, caracterización y reconocimiento de información específica como es la identidad, estilo, actividad, etc.
- **Captura de movimiento para la animación:** sea en tiempo real o no, se utiliza para animar personajes virtuales con movimientos grabados de personas reales.

Dentro del campo de la medicina, la captura de movimiento es conocida como medición biológica 3D o análisis del movimiento 3D y se la ha utilizado para aplicaciones ortopédicas en el análisis de la espina dorsal, diseño prostético e incluso en la medicina deportiva (Menache, 2011). Los primeros en utilizar el estudio del movimiento fueron Jules Marey y Eadweard Muybridge en los años 1800 utilizando equipo fotográfico (A history of motion capture, s.f.; Menache, 2011).

Muybridge logró en 1876 fotografiar con 24 cámaras el galope de un caballo (ver Figura 5). Este supuso un estudio sumamente completo sobre el movimiento, dando origen a numerosos estudios posteriores, llegando a la medicina como un mecanismo con la posibilidad de ser usado incluso para determinar ciertas patologías que afectan en la caminata humana, como puede ser la parálisis cerebral (Menache, 2011). De esta forma, la medicina puede obtener información certera al momento de rehabilitar un paciente con problemas específicos.

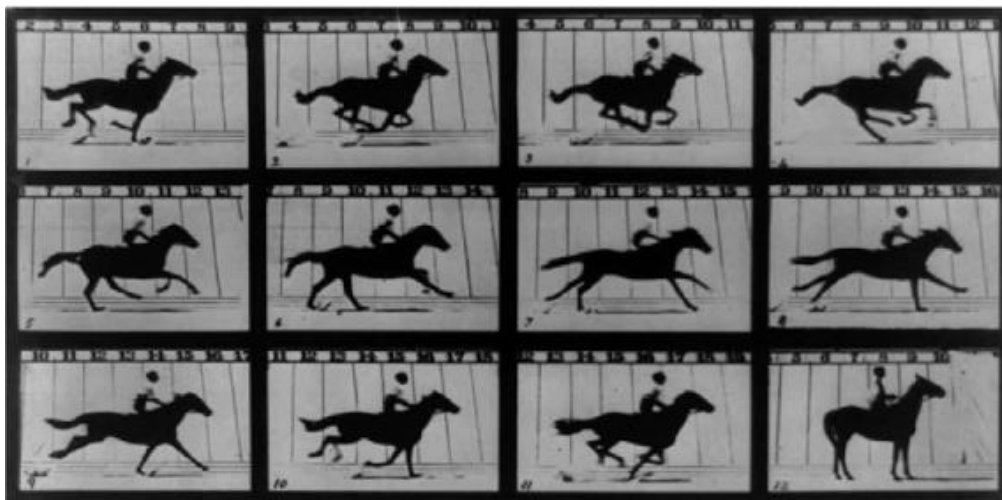


Figura 5. Fotografías realizadas por Muybridge del galope de un caballo. Adaptado de *Understanding motion capture for computer animation*, por A. Menache, 2011, p. 38.

En cuanto al deporte, los datos recogidos de las capturas son utilizados mayormente por deportistas de golf, tenis, gimnasia y natación. Esto permite un análisis diferente en el que el deportista es grabado y comparado con los movimientos de otros quienes se consideran profesionales. Una vez se compara, se determina el área del movimiento en donde pueden existir problemas (Menache, 2011), lo cual es sencillo si se considera que se obtiene la posibilidad de analizar el movimiento desde cualquier ángulo una vez sea digitalizado.

Pensar en la captura de movimiento para el ámbito legal parece ser algo que está fuera de contexto, sin embargo, se ha utilizado esta tecnología para la recreación de eventos usados como evidencias para entender las opiniones de los testigos frente a una corte (Menache, 2011).

Esta tecnología ha llegado incluso al área de la ingeniería para el diseño de productos para la seguridad y pruebas ergonómicas.

Ford Motor Company ha desarrollado un sistema llamado *Human Occupant Package Simulator* (HOPS). Básicamente, el sistema es una base de datos de capturas de movimiento de usuarios dentro del vehículo. Los diseñadores de Ford usaron estos humanos digitales para el análisis

en la interacción con el vehículo [...] mejorando la ergonomía de sus diseños antes de construir modelos y prototipos. (Menache, 2011, p. 45)

2.1.5. Captura de movimiento aplicada a la danza

La captura de movimiento puede crear nuevas maneras de ver el arte, su visualización es una de estas nuevas maneras híbridas que hace posible su digitalización (Boucher, 2011). A pesar de que el uso de esta tecnología está mayormente enfocada a usos genéricos, se han identificado algunos proyectos con un amplio impacto artístico utilizados para el estudio de danzas o coreografías (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017).

En el año 2009, William Forsythe junto a la Universidad de Ohio, crearon el proyecto *Synchronous Object For One Flat Thing Reproduced*, al cual llamaron “banco de movimiento” y se trata de un repositorio de ideas a través de la investigación coreográfica (Boucher, 2011). El resultado de la investigación es de acceso público en su página web, en donde se puede apreciar que la tecnología de capturar el movimiento, fue utilizada para entender la sincronización entre danzantes e incluso las figuras geométricas que pueden generar el cuerpo de todos quienes bailan en perfecta sincronización.

Un proyecto similar al anterior, es SENSEMBLE, creado en el año 2006. En este caso, se creó un sistema compacto con sensores inalámbricos el cual se ajustaba únicamente en la muñeca o en los tobillos del danzante con el objetivo de capturar sus movimientos y determinar si los bailarines se movían realmente en coordinación o si existía un líder o un rezagado e incluso determinar si los movimientos se complementaban con los movimientos de otro danzante (Aylward y Paradiso, 2016). Como se puede observar, a pesar de que este sistema captura el movimiento, no puede reconstruir la información captada en movimientos 3D como tal.

Algunos estudios han logrado fusionar la tecnología de la captura de movimiento con la música, tal es el caso de la investigación de Christopher Dobrian y Frédéric Bevilacqua realizada en el 2003. Los autores presentan una forma innovadora

de utilizar el sistema óptico Vicon 8, uno de los mejores sistemas para capturar movimiento 3D, para analizar la relación entre el gesto y la música (Dobrian y Bevilacqua, 2003). Sin embargo, la investigación se centra en la creación de un flujo de trabajo y la codificación para la traducción del movimiento a música, más no se centra específicamente en la danza.

La clasificación, detección y evaluación de los gestos de la danza son campos de investigación que han llegado a la comercialización. Experiencias como *Harmonix Dance Central* ha permitido la creación de video juegos en donde las personas repiten las posiciones y son evaluadas, esto ha generado, en ciertos danzantes profesionales, un rechazo a los ambientes virtuales que podrían reemplazar a las clases tradicionales para aprender danza (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017).

Saltate! Es un proyecto de sensores de fuerza inalámbricos los cuales se ubican en la parte superior del pie de quien baila. Es usado para detectar errores de sincronización, sea individual o en pareja y enfatiza los *beats* de la música cuando existe una desincronización (Drobny, Weiss, y Borchers, 2009). De esta manera, quienes ejecutan el baile, pueden corregirse a través del sistema y de igual manera, les permite mantenerse sincronizados la mayor parte del tiempo.

La creación de una base de datos de 183 bailes jamaquinos capturados en 3D reportó un estudio centrado en las cualidades fenoménicas y genotípicas de los danzantes para demostrar asociaciones en estudios con la medición evolutiva (Pozzi, Alivizatou, Ott, Dagnino, y Antonaci, 2013).

Como se puede apreciar a partir de estos ejemplos de aplicación de la captura de movimiento a la danza, aún no están centradas específicamente a la admiración como un arte, sino como un área a estudiar (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017). Podría decirse que el primer ejemplo de captura de movimiento aplicado para el área de la preservación del patrimonio cultural, fue un proyecto realizado en China para la protección de danzas nacionales, “sin embargo su reporte carece de detalles e información” (Pozzi *et al.*, 2013, p. 40).

2.1.6. Concepto y características de la danza virtual

Definir la danza virtual podría resultar complejo y ambiguo, puesto que no se le ha atribuido una definición exacta, varios autores han tratado de definirla y se ha llegado a la conclusión que la video danza es su precursora (Boucher, 2011). Se adentrará en la definición de video danza, la cual también se encuentra en una búsqueda de su propia definición.

“La video danza es la construcción de una coreografía que sólo vive cuando está encarnada en un video, filme o en tecnologías” (Toro, 2014, p. 1), de esta forma, se entiende al video como una parte sumamente importante, pero sugiere la unión de dos artes, la danza y el video. Por esta razón, la definición de video danza ha sido incomprendida, rechazada por directores de cine y coreógrafos, es decir, la video danza se ha mantenido en una búsqueda de legitimidad, una búsqueda de su propia identidad por lo que hasta el día de hoy, el concepto sigue siendo ambiguo (Toro, 2014).

Ha existido la tendencia a desprestigiar la video danza, asociándola tanto a un subproducto de la danza como a un subgénero de lo audiovisual. Para muchos coreógrafos, hacer danza para la cámara era una tarea infinitamente ingrata. La mecánica de la cámara, el mundo del estudio y de la edición eran tan extraños e intimidantes que los resultados obtenidos implicaban grandes sacrificios artísticos. La danza entraba en el mundo de la pantalla y los coreógrafos y bailarines sentían que su trabajo era manipulado y utilizado como herramienta para apoyar otros lenguajes ajenos. (Toro, 2014, p. 26)

La video danza representa un registro plano, no puede captar la totalidad de los movimiento, ya que el video será editado y manipulado para un fin específico. Sin embargo, la gran diferencia video y danza, entendida como un producto no perecedero que trasciende la cultura, efímero e irrepetible, es justamente la manipulación de la imagen (Toro, 2014). De esta forma, la video danza puede ser realizada en lugares no convencionales, lugares que van más allá del teatro, lugares de fantasía logrando una alianza entre estas dos artes. “Aliada con el

video, la danza adquiere una doble potencialidad: la inherente a la propia naturaleza del movimiento y la creatividad añadida propiciada por el empleo del video” (Toro, 2014, p. 27).

Gracias a la video danza se puede establecer un mejor acercamiento a la danza virtual. El escenario y el video son en pocas palabras, imágenes, por ello, la imagen sin mediación es la imagen más natural a la realidad, en ese caso, el escenario. La imagen material es cualquier otro tipo de representación de la imagen natural (dibujos, pinturas, fotografía, video, etc.) (Boucher, 2011). Así, “la danza virtual, el danzante virtual y su cuerpo virtual puede ser entendido como una relación entre la imagen icónica y el cuerpo físico” (Boucher, 2011, p. 56).

Lo virtual está asociado con las nuevas tecnologías, alrededor de 1980 es cuando Jaron Lanier introduce el término “realidad virtual”, a la que su autor la define como una manipulación de imágenes interactivas, se las puede ver en sus tres dimensiones, se las puede tocar, oír, son animadas en tiempo real y pueden ser compartidas (Boucher, 2011). De esta forma, la fotografía y la filmación de danzas pueden ser consideradas como danza virtual, ya que son transmitidas instantáneamente entre observadores e incluso podría llegar a ser interactiva (Boucher, 2011), sin embargo, se estaría invadiendo el término de la video danza y, por esta razón, la captura de movimiento surge como un apoyo para definir la danza virtual.

La captura de movimiento es la forma más objetiva de notación de danza en la medida en que no se basa en la apreciación subjetiva y en las descripciones verbales de los individuos, sino en los medios matemáticos predeterminados para especificar coordenadas espaciales a lo largo de los ejes x, y, z en los momentos dados para cada marcador. (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017, p. 140)

La danza es espontánea y con la captura de movimiento se pierde esta espontaneidad cuando se combina la animación en personajes virtuales. Nuevamente surge la disputa por la unión de la danza con las tecnologías, surgen dudas al fusionar las artes escénicas con la multimedia, el cine y con todo

aquello que no esté bajo la tutela de la danza. Por eso, abarcar toda la danza bajo el concepto de movimiento parece ser una proposición acertada (Boucher, 2011).

Deberíamos reservar el término "virtual" para bailes que se ajusten a una definición más estricta de la que a menudo implica cuando se hace referencia a bailes en web, bailes telemáticos o figuras danzantes pregrabadas y proyectadas. El término "virtual" se puede usar de manera informal para referirse a cualquier cosa que aparezca en una pantalla [...] en relación con el término "real". La captura de movimiento virtualiza la danza; el modelado físico y la animación de personajes lo actualizan. Solo podemos percibir instancias actualizadas de danza virtual. El término "danza virtual" también podría usarse en relación con la robótica (y la teleoperación) con robots autónomos independientes. (Boucher, 2011, p. 70)

2.2. Patrimonio inmaterial del Ecuador

En el siguiente apartado se abordará el tema del patrimonio vivo, inmaterial del Ecuador, su definición y principales características para ser considerado como tal. También se abordará acerca de las expresiones que pueden o están dentro del listado de patrimonio intangible del país, de esta manera, se expondrá diferentes proyectos audiovisuales que se han realizado para salvaguardar y potenciar el patrimonio inmaterial del Ecuador.

2.2.1. Características del patrimonio inmaterial del Ecuador

El patrimonio inmaterial, PCI desde ahora en adelante, es un término considerado relativamente nuevo en el que se reconoce a las comunidades en diferentes aspectos de identidad (Alivizatou-Barakou *et al.*, 2017). Para entender las características del PCI, es necesario entender a qué se denomina como tal:

Se entiende por “patrimonio cultural inmaterial” los usos, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas -junto con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son

inherentes- que las comunidades, los grupos y en algunos casos los individuos reconozcan como parte integrante de su patrimonio cultural. Este patrimonio cultural inmaterial, que se transmite de generación en generación, es recreado constantemente por las comunidades y grupos en función de su entorno, su interacción con la naturaleza y su historia, infundiéndoles un sentimiento de identidad y continuidad y contribuyendo así a promover el respeto de la diversidad cultural y la creatividad humana. (UNESCO, 2003, p. 2)

Sin embargo, las prácticas y saberes estuvieron por mucho tiempo fuera del discurso nacional de patrimonio, negando de manera directa a la diversidad, por esta razón, se dice que el reconocimiento de políticas estatales sobre lo que se conoce como PCI, es algo reciente en el Ecuador (UNESCO, 2017). De esta manera, se hace énfasis en la participación activa de las comunidades para la salvaguardia del patrimonio.

La UNESCO, según la convención de 2003, establece criterios al momento de definir al PCI, tal como se expuso en el capítulo 1. De esta manera, se establecen criterios para reconocerlo, pero sin características en concreto. Para ello, es importante considerar sus características según el gobierno ecuatoriano dentro de sus leyes para salvaguardar el patrimonio.

Según el gobierno ecuatoriano, el patrimonio cultural “Es el conjunto dinámico, integrador y representativo de bienes y prácticas sociales, creadas, mantenidas, transmitidas y reconocidas por las personas, comunidades, comunas, pueblos y nacionalidades, colectivos y organizaciones culturales” (Ley Orgánica de Cultura, 2016, p. 29). Sus principales características son:

- Genera identidad;
- Son transmitidas de generación en generación;
- Son integrales, “Considerando la profunda interdependencia que existe entre el patrimonio cultural inmaterial y el patrimonio material cultural y natural” (UNESCO, 2003, p. 2);
- Contienen normas propias para su regulación de acceso y transmisión.

2.2.2. Música, danza y personajes del patrimonio vivo del Ecuador

Según el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, el Ecuador tiene más de 15 manifestaciones que se encuentran en la Lista Representativa del Patrimonio Inmaterial Nacional.

- **Mama Negra:** es la fiesta más importante de la provincia de Cotopaxi y se lleva a cabo a finales de septiembre de cada año. De carácter religioso enraizada con sentimientos cristianos, católicos y, a su vez, de carácter patriota, ya que se recuerda la independencia de Latacunga en 1820 (INPC, s.f.a).
- **Fiesta de la Frutas y de las Flores:** realizada entre febrero y marzo en Tungurahua, Ambato. La celebración consta de cuatro números principales: “El Pregón y la elección de la Reina, la Bendición de las Flores las Frutas y el Pan, el Desfile de la Confraternidad y La Ronda Nocturnal” (INPC, s.f.b).
- **Fiesta de Blancos y Negros:** también conocida como “Fiesta de Los Santos Apóstoles Pedro y Pablo”. Se celebra en varias partes de la provincia de Manabí donde se conjugan elementos religiosos, paganos, lúdicos, los cuales no se superponen, sino que se complementan. La festividad propicia la participación comunitaria, solidaridad y cohesión social (INPC, s.f.c).
- **Fiestas de San Pedro del cantón Moncayo:** la fiesta se lleva a cabo en Quito, en el cantón Moncayo y toma el nombre del mismo santo y el astro Sol, se trata de una manifestación social en la que se involucran símbolos históricos de una conquista y resistencia de los pueblos no ligados a la estructura hacendaria (INPC, s.f.d).
- **Fiesta del Niño Viajero:** se lleva a cabo en la Provincia de Azuay cada 24 de diciembre. Se trata de una procesión que se dirige desde el barrio de San Sebastián hasta el barrio San Blas. Se fusionan elementos religiosos, culturales, sociales y simbólicos en los que participan varios priostes y artesanos quienes confeccionan los trajes con meses de anticipación (INPC, s.f.e).
- **La Marimba:** se trata de una manifestación cultural del pueblo afro ecuatoriano de la provincia de Esmeraldas. La marimba no se trata

únicamente de un instrumento musical, constituye un género en el cual se refleja la vida, relaciones sociales, la identidad, la solidaridad, armonía social e incluso, el pueblo afro, se comunican con los espíritus de sus ancestros (INPC, s.f.f).

- **Fiesta Popular de los Inocentes y Fin de Año:** se celebra en Imbabura y, a diferencia de otras provincias del país, se realiza un solo monigote (año viejo) para toda la población para posteriormente quemarlo entre el 31 y primero de enero de todos los años. La creatividad y solidaridad se evidencia en la ejecución de la obra desde el año 1926 (INPC, s.f.g).
- **Macanas de Gualaceo (IKAT):** se trata de una artesanía realizada en Gualaceo, en la provincia de Azuay. Se elaboran paños o macanas utilizando la técnica artesanal llamada *ikat*, en las comunidades de Bullcay y Bullzhún (INPC, s.f.h).
- **La Diablada Pillareña:** es una festividad realizada en Santiago de Píllaro en la provincia de Tungurahua. La celebración está llena de coloridos disfraces, entre ellos los característicos diablos, y bailan en parejas para propiciar el enamoramiento. Se lleva a cabo el 24 de mayo de cada año (INPC, s.f.i).
- **Corpus Christi:** se realiza en Pujilí, en la provincia de Cotopaxi. La celebración involucra agentes religiosos, sociales, la política, la cultura en la erigida al cuerpo y la sangre de Cristo (INPC, s.f.j).
- **Carnaval de Guaranda:** se lleva a cabo en Bolívar, Guaranda y se trata de una festividad que señala el calendario cristiano en referencia a los tres días anteriores a la Cuaresma. Es una fiesta en la que se viven las prácticas relacionadas con la comida, trajes para los desfiles, jugar con agua, por lo que forma parte de la identidad de sus pobladores, además es una celebración que ha perdurado en el tiempo y por ello se considera un legado (INPC, s.f.k).
- **Técnicas de Navegación:** se trata de conocimiento ancestral de los pobladores de General Villamil Playas, en la provincia de Guayas, sobre técnicas de navegación marítima, construcción de balsas y la técnica de pesca (INPC, s.f.l).

- **Trueque o Cambeo:** es una actividad realizada en la provincia de Imbabura en el cantón de Pimampiro, la cual es considerada una actividad ancestral en la que interviene la interculturalidad de los pueblos andinos en la práctica del trueque. Esta actividad se trata de un intercambio no monetario entre los pobladores, comerciantes, familias, agricultores, en respuesta de una necesidad de reciprocidad, solidaridad, diálogo, intercambio (INPC, s.f.m).
- **Los Rucos del valle de los Chillos:** realizada en la provincia de Pichincha, los Rucos son hijos de la tierra y sus viejos protectores. Se realizan danzas que honran al favor divino, es un personaje que se fundamenta en la energía colectiva, formando una familia simbólica de baile y solidaridad (INPC, s.f.n).
- **Paseo del Chagra:** tiene su origen en Machachi, cantón Mejía de la provincia de Pichincha. Se trata de una procesión que resalta la figura del hombre a caballo y se realiza todos los años en donde se reparte chicha o lo que es representativo de las tradiciones chacareras (INPC, s.f.o).
- **Cosecha de cereales:** es una tradición considerada como ritual al momento de cosechar cereales como el trigo y la cebada en Aloguincho en la provincia de Pichincha. Se realiza cada año en los meses de julio y agosto, los miembros de la comunidad lo consideran un ritual positivo que fomenta el trabajo y optimización del tiempo (INPC, s.f.p).
- **Cacao nacional fino aroma:** se trata de un tema ancestral, de saberes milenarios de los pobladores de Zamora Chinchipe, quienes por miles de años han desarrollado técnicas milenarias sobre el cómo cultivar y cosechar el cacao que representa al Ecuador (INPC, s.f.q).
- **El Pasillo ecuatoriano:** es la expresión musical que representa a todas las regiones del país. Representa pertenencia, considerada música nacional, a diferencia de otros pasillos de Colombia, Perú o Venezuela, el pasillo ecuatoriano se distingue por la mezcla de instrumentos de guitarra, violín, requinto, bandolín y piano, con temas sociales, rituales y actos de alabanza a santos, desamores, entre otros (INPC, s.f.r).

A parte de estas manifestaciones, el Ecuador también posee una lista representativa de las manifestaciones culturales consideradas como patrimonio

de la humanidad según la UNESCO. En esta lista, los representantes son las músicas y tradiciones de la Marimba del sur de Colombia y norte de Esmeraldas, así como también se reconoce a la tradición oral y cultura de los Zápara ubicados en el oriente ecuatoriano y peruano, por último, también se encuentra en el listado el tejido del sombrero de paja Toquilla realizado en las provincias de Manabí, Azuay y Cañar, los cuales pueden durar de un día a ocho meses en su elaboración (INPC, s.f.s, INPC, s.f.t y INPC,s.f.u).

En el año 2013 se reconocieron a seis personajes considerados parte del patrimonio vivo del Ecuador por parte del Ministerio Coordinador de Patrimonio gracias al proyecto *De Taitas y De Mamas* producido por Ivis Flies en el mismo año (El Gobierno reconoce a 6 músicos, 2013). Los personajes merecedores a este reconocimiento fueron:

- **Mariano Palacios:** trovador, cantautor de amores finos de San Jacinto, provincia de Manabí. Su música se considera de elegante expresión y sus palabras transportan a la cotidianidad de otras épocas. Toca la guitarra desde que era muy niño (Troccli, 2014).
- **Julian Tucumbi:** toca 22 instrumentos, en su mayoría de viento.
Escuchar su música es sentir la fuerza de sus pulmones que se expanden para poder respirar en las alturas. Los tambores parecen llegar directo al pecho y unirse a los latidos del corazón. Al oír sus canciones, podemos imaginarlo en medio de los nevados y páramos, fuerte y sabio. (Troccli, 2014)
- **Don Naza:** nacido en San Lorenzo, provincia de Esmeraldas. Realiza sonidos de marimba y bombo, considerado con una voz única que sobresale entre la banda que lo rodea. A sus 92 años, sus sonidos siguen imponiendo autoridad entre la demás música (Troccli, 2014).
- **Mishqui Chullumbu:** nacido en Porotoyacu, provincia de Napo. Este músico ha dedicado su vida en aprender el violín, con el cual expresa las historias de su pueblo y la universalidad de la cultura. También se ha dedicado en la gestión cultural de su pueblo (Troccli, 2014).

- **Papá Roncón:** es el nombre con el que lo conocen en su pueblo. Guillermo Ayoví, es el portador de una voz gruesa (de ahí su seudónimo de roncón). Vivió en las calles de Borbón, Esmeraldas, comercializando pescados para en el futuro encontrar su pasión en la música. Tiene más de 80 años y es considerado un maestro de la guitarra y la marimba. Posee un Centro Cultural en su propia casa, en Borbón (INPC, 2015; Troccli, 2014).

La Tres Marías

El grupo musical afro ecuatoriano conformado por tres mujeres del Valle del Chota, forman parte de los seis músicos que fueron reconocidos como patrimonio vivo por parte del Ministerio Coordinador de Patrimonio del Ecuador. Estas mujeres son hermanas, nacidas en Chalguayacu, Imbabura.

Cuando eran apenas unas niñas, María Rosa Elena, María Magdalena y Gloria Pavón Julios, imitaban bandas populares mestizas de viento, puesto que no tenían instrumentos, su imitación era con objetos cotidianos como ollas y tapas (Morales, 2016). Al ir creciendo, las hermanas dieron otro sentido a la música, empezando a imitar los sonidos de la trompeta, tambores e incluso cornetas (Morales, 2016; Rosero, 2014), para dar vida a la música Bomba.

Su encanto y su fama empezó cuando cantaron por primera vez en los festivales del Juncal combinando varias puestas escénicas y artísticas de las bandas mochas para expresar parte de la memoria colectiva de su pueblo natal (INPC, s.f.v). Su talento y su encanto tuvo gran acogida y las llevó a recorrer el Ecuador y parte de Colombia, recibiendo el Mérito Cultural en el año 2012 y en 2014 ser declaradas como Patrimonio Vivo del Ecuador (El Gobierno reconoce a 6 músicos, 2013; INPC, s.f.w; Rosero, 2018).

Rosita, Gloria y Magdalena se han dedicado al oficio de parteras, agricultoras y curanderas de su pueblo. Son consideradas el alma de Chalguayacu, viven en casas humildes de adobe y fueron reconocidas como patrimonio vivo en el día del afro ecuatoriano y conmemoradas en el 2018 por los 40 años de identidad dentro de la categoría *Portadoras de Saberes* (INPC, s.f.f, s.f.v)

Luego de más de 60 años recorriendo el país y deleitando con sus voces, música y bailes de la Bomba, María Magdalena Pavón Julios falleció a sus 77 años en septiembre de 2018 (Rosero, 2018). Las hermanas Pavón, Las Tres Marías, han manifestado que la muerte de una de sus integrantes podría suponer el fin del grupo musical de Bomba afro ecuatoriano (Andrade, 2016), suceso que pone en duda el futuro de este Patrimonio Vivo lleno de saberes ancestrales.

2.2.3. Productos audiovisuales enfocados al patrimonio ecuatoriano

En el Ecuador se han registrado varios proyectos para documentar el PCI, siendo, en su mayoría, proyectos documentales o discográficos, sin embargo, se expondrá los proyectos que mayor impacto han generado, así como también, se expondrá aquellos que optaron por una manera distinta, moderna, interactiva e innovadora de potenciar y proteger el patrimonio, centrándose especialmente en Las Tres Marías.

De Taitas y De Mamas

Aproximadamente, en el año 2003, surge la idea de realizar un proyecto a gran escala para documentar, salvaguardar y potenciar el PCI del Ecuador. Esta idea nace del músico, productor y compositor Ivis Flies, en la provincia de Esmeraldas, en una visita con su banda La Grupa (Ivis Flies documenta el legado de artistas ecuatorianos, 2013).

El proyecto fue financiado por el Ministerio Coordinador de Patrimonio con el propósito de preservar el patrimonio sonoro y, de esta manera, reconocer a quienes se dedicaron durante toda su vida a la música para difundirla a nivel nacional (Ivis Flies documenta el legado de artistas ecuatorianos, 2013). Los artistas quienes fueron escogidos fueron: Don Naza, Papá Roncón, Las Tres Marías, Julián Tucumbi, Mariano Palacios y Mishqui Chillumbo.

El proyecto realizó la grabación de un disco musical para cada uno de estos personajes, consiguiendo alrededor de seis mil ejemplares que se distribuyeron a través de los periódicos El Telégrafo y El Universo a un precio de \$ 2,50 (Ivis Flies documenta el legado de artistas ecuatorianos, 2013). La ministra de

Patrimonio de aquel entonces expresó que no se trata de dar caridad a estos personajes, se trata de darles el derecho económico que se merecen por la distribución de su música.

El proyecto fue nominado a los Grammy Latino en su edición 14. Contó con un documental en el cual se presentan testimonios de estos seis personajes, se realizó una presentación exclusiva para los músicos y para el proyecto en el Teatro Nacional Sucre de Quito en el año 2013, donde fueron nombrados como patrimonio vivo del Ecuador, así como también, el Ministerio de Salud ofreció brigadas médicas completamente gratuitas y de por vida para todas las necesidades de los músicos (El Gobierno reconoce a 6 músicos, 2013; Ivis Flies documenta el legado de artistas ecuatorianos, 2013).

La Carga

El proyecto es realizado por la artista ecuatoriana-suiza Alice Trepp y surgió bajo un pedido del pueblo del Valle del Chota, en la que la artista retrató a las mujeres quienes hacen un trabajo cotidiano que no es bien remunerado y, sin embargo, ellas aún lo realizan (Trepp, s.f.).

El título La Carga explica una doble dimensión: La carga física y la carga psicológica que llevan consigo las mujeres que posaron para ser retratadas, aunque sus pesares no se limitan a ellas mismas y de alguna manera son la voz cantante de muchas otras mujeres vivas o muertas, conocidas o anónimas, que han dejado como herencia ciertas maneras de hacer y pensar, en medio de la anodinia y las limitaciones materiales del Estado y la sociedad. (Trepp, s.f.)

De esta manera, el proyecto documentó a más de 10 mujeres afro choteñas, gracias a las esculturas realizadas a escala real a la que, posteriormente, se sumaron Las Tres Marías para ser retratadas (Aguas, 2018). Actualmente se puede apreciar la obra de Trepp en el Museo Nacional de Quito.

Museo Nacional del Ecuador

Con solo visitar este museo, se puede apreciar el arduo trabajo e interés por integrar las TIC para documentar el PCI del Ecuador. Videojuegos, fotogrametrías, *video mapping*, son algunas de las tecnologías que se han incluido en el atractivo cultural del museo. El museo estuvo cerrado desde el año 2015 y tres años después se invirtió 1,5 millones de dólares para la implementación de paneles interactivos, pantallas 360, conservación de las piezas, montaje y diseño, etc. (Bravo, 2018).

Nido Interactive es una empresa ecuatoriana enfocada en la creación de experiencias interactivas innovadoras, y es la empresa la cual realizó las instalaciones tecnológicas del MuNa (Museo Nacional del Ecuador). Entre sus proyectos para la salvaguardia del patrimonio se capturó por medio de la fotogrametría a varias piezas arqueológicas, las cuales son parte del archivo histórico del Ministerio de Cultura, también se realizó un cuadro interactivo llamado Nina Pakcha, que presenta un modelado 3D de una niña, cuando el espectador se encuentra cerca de este cuadro la niña se despierta y comienza a conversar en Kichwa y Español con el espectador (Nido Interactive, s.f.). La mayoría de proyectos interactivos que han realizado enfocados al patrimonio, se pueden encontrar en su página web.

Magdalena

Se trata de un álbum digital del reconocido músico Fabrikante. El nombre del álbum y de la propuesta surge en honor a la hermana fallecida de las hermanas Pavón, María Magdalena (Fabrikante y Las Tres Marías, 2019). Fabrikante es un músico bucal y vocal ecuatoriano ganador de los Premios Garage Band de 2013 en la categoría de mejor solista y video (TEDx, 2013).

La idea de crear este álbum nace cuando Francisco Valdivieso (Fabrikante) se enteró de la muerte de Magdalena en 2018, por lo que no dudó en ir a visitar a Gloria y Rosa en donde surgió la iniciativa de crear una fusión de sonidos entre el pasado y el futuro, ya que, por un lado, Las Tres Marías son portadoras de

saberes ancestrales y realizan música a través de su propia técnica vocal y, por otro lado, Fabrikante realiza música “moderna” con las técnicas bucales y vocales del *beatbox* (Fabrikante y Las Tres Marías cantan juntos en el álbum “Magdalena”, 2019), técnica que consiste en la imitación y creación de sonidos guturales.

[Gloria y Rosa] Me preguntaron cómo ejquemijmo [sic] era la música que yo hacía. Les hice algo de beatbox y se mataron de risa. Y Gloria me dijo que mi música se parecía a la canción del Diablo y me la enseñó y me dijo que eso sí no la vaya a estar cantando mucho. Cuando me iba Gloria me dijo "oiga grabemos algo juntos". (Fabrikante, 2019)

El proyecto se lanzó digitalmente el 21 de junio de 2019 en plataformas como Spotify, SoundCloud y YouTube. El artista realizará una gira presentando el nuevo lanzamiento junto con Rosa y Gloria en Quito, Ibarra y Loja a partir del 29 de junio de 2019 (Fabrikante, 2019).

Antes de todo les dije que meterse en el trajín de grabar y tocar a su edad es complicado, que deberían de ya relajarse en eso, pero Gloria me dijo: "yo la verdad cantar es mi razón de vivir, siento que tengo mucho para cantar todavía y quiero sacar todo este canto hasta el día que me toque irme que sé que es ya mijmo [sic]". (Fabrikante, 2019)

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL ESTUDIO

3.1. Planteamiento del problema

En Ecuador, la gran mayoría de productos enfocados en la documentación cultural del patrimonio han sido productos audiovisuales, como el documental y discografías. Actualmente se ha evidenciado en ciertos museos de la ciudad de Quito un incremento en el interés por generar nuevos métodos alternativos e innovadores para su difusión, tal es caso del Museo Nacional (MuNa) y el reciente Museo del Pasillo Ecuatoriano, en los cuales se pueden observar tecnologías como video *mapping*, pantallas interactivas, pequeños juegos de video, incluso esculturas a escala real de personajes que representan el patrimonio del Ecuador.

Muchas de estas tecnologías han propiciado una manera interesante para la documentación del patrimonio, sin embargo, el problema reside en que el movimiento, entendido como parte del mismo, no ha sido documentado ni captado en el país de una manera que trascienda más allá de videoclips, presentaciones de teatro o desfiles. Esto podría afectar en la creación de cualquier otro producto derivado del mundo digital 3D, por falta de conocimiento o de archivos que contengan el movimiento fidedigno de danzas únicas del Ecuador. Realizar una captura de movimiento de Las Tres Marías puede fomentar el interés por crear productos similares con otros personajes, así como también puede aportar en la documentación del patrimonio vivo del Ecuador de una manera innovadora y moderna.

Los recursos para capturar el movimiento han sido explotados en las grandes industrias del cine y los videojuegos, sin embargo, también han llegado a profesionales en el ámbito de la medicina fisioterapeuta e incluso en la investigación científica para entender la relación entre movimiento y música. Actualmente, esta tecnología es cada vez más asequible, razón por la cual realizar un proyecto de captura de movimiento a bajo costo con un gran resultado

no parece lejano.

El área social se ve beneficiada ya que el proyecto fomenta el uso creativo e innovador de las Tecnologías de la Información, así como también propone la participación activa de Las Tres Marías para el fortalecimiento y documentación cultural, ejes fundamentales para el Ministerio Nacional de Patrimonio Cultural.

En ámbitos educativos, el proyecto puede fomentar el interés para realizar diferentes estudios, ya sea para realizar capturas de movimientos enfocadas en danzas, como también puede cautivar la atención de todas aquellas personas que están estudiando alguna carrera relacionada con nuevas tecnologías de comunicación, logrando de esta manera un aprovechamiento diferente de estas tecnologías.

Para culminar, a nivel personal representa un gran reto el poder generar un producto de captura de movimiento a bajo costo por la carencia de esta tecnología en el Ecuador y que esté al mismo nivel o se asemeje a la calidad realizada por grandes estudios los cuales tienen trajes especializados que permiten capturar movimiento de forma sumamente fiel. Por otro lado, es una gran responsabilidad encontrar la metodología adecuada y óptima para generar este producto de calidad que, además, podría considerarse como un referente innovador para la documentación artística del patrimonio inmaterial.

3.2. Preguntas

3.2.1. Pregunta general

¿Cómo utilizar la captura de movimiento para la documentación fiel del patrimonio inmaterial del Ecuador?

3.2.2. Preguntas específicas

¿Qué métodos son los más comunes para capturar el movimiento?

¿Qué tradiciones o expresiones vivas forman parte del patrimonio inmaterial del

Ecuador?

¿Qué función tiene la captura de movimiento como recurso de documentación de productos culturales?

¿Cómo capturar el movimiento de una danza del grupo ecuatoriano Las Tres Marías de calidad y a bajo costo?

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivo general

Elaborar la captura de movimiento en base a una danza del grupo ecuatoriano Las Tres Marías que sirva como referente en la documentación del patrimonio inmaterial del Ecuador.

3.3.2. Objetivos específicos

Analizar los métodos más comunes para realizar capturas de movimiento.

Resumir los diferentes tipos de patrimonio inmaterial del Ecuador.

Investigar la función que tiene la captura de movimiento como recurso de documentación de productos culturales.

Capturar el movimiento en base a una danza del grupo ecuatoriano Las Tres Marías con resultados profesionales a bajo costo.

3.4. Metodología

3.4.1. Contexto y población

Contexto

La investigación se realizará en la ciudad de Quito, Ecuador y para la elaboración del producto se llevará a cabo en Chalguayacu, Imbabura y en la ciudad de Quito, principalmente en la Universidad de las Américas, ya que forma parte del trabajo de titulación de la carrera de Producción Audiovisual, el proyecto se desarrollará a partir de septiembre de 2019 y culminará en febrero de 2020.

Población

El producto está dirigido a museos de la ciudad Quito, principalmente el Museo Nacional (MuNa) el cual ha presentado un incremento en sus visitas a partir de las innovaciones tecnológicas realizadas en 2018, año en el cual obtuvo un incremento del 53,4% de visitas a comparación de años anteriores y demás museos, observando un incremento en el 2019 con un total del 51,94%, considerando que las estadísticas se registran hasta el mes de junio del mismo año. Por otra parte, la población a quien va dirigido, también se centra a todas aquellas personas consumidoras de cultura, principalmente adultos, quienes corresponden al 67,12% de la población quienes visitan el MuNa, siendo el 51,48% mujeres, quintiles tres al cinco.

3.4.2. Tipo de estudio

El estudio presenta una metodología cualitativa bajo la observación y pruebas técnicas del producto. Se escogió este tipo de estudio gracias al alcance exploratorio, permitiendo sugerir afirmaciones y familiarizarse con procedimientos relativamente desconocidos en el Ecuador. De esta forma, a partir de la observación, se logrará obtener datos pertinentes para la realización de modelados 3D y la captura de movimiento de danzas realizadas en base a Las Tres Marías. El proceso descriptivo del proyecto de titulación se basa en la importancia de la realización de pruebas técnicas para capturar el movimiento de una bailarina para el análisis y la comparación de datos obtenidos para alcanzar un flujo de trabajo óptimo y obtener la vinculación de los diferentes tipos de *rigs* con el *rig* de recepción del producto.

3.4.3. Herramientas a utilizar

Tabla 1

Herramientas de investigación

Herramienta	Descripción	Propósito
Observación	A Las Tres Marías	Conocer su bailes, observar

		analizar los accesorios de sus vestimentas para la recreación 3D, así como fotografiar sus rostros para la representación digital de los mismos.
Pruebas Técnicas	De la metodología de captura de movimiento	Reconocer fallos y soluciones en el sistema de captura, conocer el proceso de <i>retargeting</i> del <i>rig</i> de origen con el <i>rig</i> receptor. Reconocer la calidad del movimiento y la modalidad de limpieza del movimiento capturado.

3.4.4. Tipo de análisis

El trabajo de titulación presenta las siguientes fases para su realización:

Investigación: en esta fase se obtiene información pertinente acerca de los productos culturales innovadores que se han realizado para la conservación y/o potencialización del patrimonio vivo del Ecuador. También se investiga acerca de Las Tres Marías, qué productos se han realizado con y para ellas, qué reconocimiento e impacto tiene este grupo de Bomba a nivel nacional e internacional, así como también se indaga en el origen de su música y sus peculiares bailes. Por otro lado, el producto aborda una investigación acerca de mecanismos que apoyen en este fortalecimiento y documentación del PCI, centrándose en la captura de movimiento y en cómo esta tecnología puede ser usada para los fines pertinentes de la investigación.

Realización de los objetivos específicos:

Analizar los métodos más comunes para realizar capturas de movimiento.

Resumir los diferentes tipos de patrimonio inmaterial del Ecuador.

Investigar la función que tiene la captura de movimiento como recurso de

documentación de productos culturales.

Capturar el movimiento de una danza en base al grupo ecuatoriano Las Tres Marías con resultados profesionales a bajo costo.

Metodología de investigación: se dividen en observación y pruebas técnicas. En el proceso de observación participa el grupo Las Tres Marías, para conocer su música, su legado y los productos audiovisuales que se han realizado entorno a las mismas. Esto permite entender cuáles son las posibilidades para la innovación de documentar un producto que del PCI. Por otro lado, permite conocer los atuendos típicos, aquellos más llamativos seleccionados por las hermanas al momento de presentarse en vivo, como también da a conocer la música y bailes escogidos para sus presentaciones para posteriormente recrearlos en 3D. En cuanto al proceso de las pruebas técnicas, se refiere a la comparación de diversos métodos para obtener una captura de movimiento fiable, así como también permite reconocer fallos técnicos y proceder a las posibles soluciones. De esta manera, las pruebas técnicas también permiten realizar el *retargeting*, proceso que consiste en, una vez obtenida la captura de movimiento, transferir los datos obtenidos del esqueleto digital principal al esqueleto receptor de dicha información, de esta manera, será más sencillo transferir los datos del movimiento final al sistema de huesos 3D de Las Tres Marías en digital.

Procesos del producto:

Preproducción: recolección de toda la información pertinente sobre técnicas de captura de movimiento y la elección de la más óptima. Realizar una visita a las hermanas Pavón para la socialización del proyecto y obtención de los respectivos permisos para la utilización de su imagen. Obtención de referencias fotográficas de los rostros, accesorios y atuendos de Las Tres Marías.

Producción: Realizar una captura de movimiento con la colaboración de una bailarina quien interprete los movimientos de Las Tres Marías y capturar su baile digitalmente. Modelar y esculpir en 3D, a las hermanas Pavón. Realizar el

sistema de *rigging* para los tres personajes.

Postproducción: realizar el debido *retargeting* de cada movimiento para cada uno de los modelos 3D y corrección de posibles fallos de la captura de movimiento. Finalmente, incorporar a Las Tres Marías en el programa Unreal Engine 4 para realizar el render final y presentar el producto culminado.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1. Introducción

El siguiente apartado aborda el proceso de captura de movimiento utilizado para el proyecto, sus consideraciones y sus razones del porqué de cada decisión tomada. Posteriormente, se adentrará en la creación de Las Tres Marías en 3D, proceso que se considera importante para evidenciar el resultado final de la captura de movimiento obtenida, ya que un simple esqueleto con movimiento no permite la apreciación de sus funciones y su calidad, sin embargo, al usar esta captura en personajes 3D, se facilita su comprensión y enriquece el producto visualmente.

Finalmente se explica el proceso de transferencia de la animación obtenida por medio de la captura de movimiento y su resultado funcional y visual.

4.2. Captura de movimiento a Las Tres Marías

4.2.1 ¿Es posible capturar movimiento a bajo costo con resultados óptimos?

Esta pregunta es clave esencial para el proyecto, por ende, se comparará precios reales de la tecnología para captura de movimiento utilizado por grandes empresas del cine, de igual manera, se abordará el término “óptimo” para una mejor comprensión del resultado al que se quiere llegar con el proyecto.

Para tener una mejor idea acerca de qué se puede considerar un resultado óptimo de captura de movimiento, es necesario comprender que existe varias técnicas para su realización y que cada metodología tiene su propio estándar de calidad, por eso, se puede generalizar que un buen resultado es aquel que se puede realizar en cualquier momento, en cualquier lugar con una interpretación de información del movimiento, limpia y lo más confiable al movimiento (Devindra, 2017) que se está realizando en el mundo real y físico.

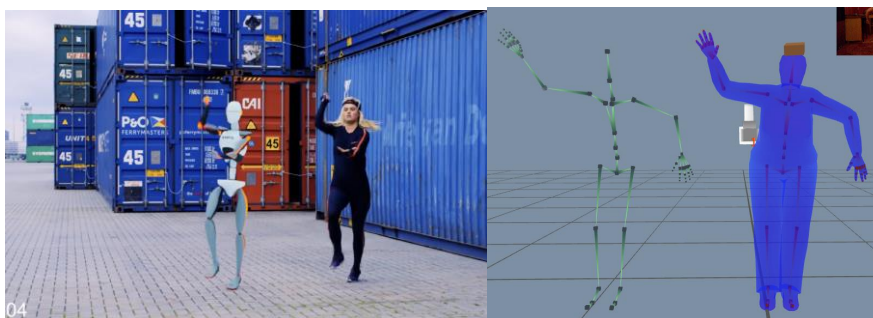


Figura 6. Comparación entre resultados finales de XSense vs resultados de iPiSoft.

Sin embargo, esta definición de resultados óptimos es realizada por la empresa líder de captura de movimiento, XSense y, por ende, el costo de los trajes y los programas para su realización puede variar entre los \$ 12.500 dólares y los \$30.000 dólares estadounidenses (Devindra, 2017), un precio que la empresa asegura, sigue siendo el más económico dentro del mercado profesional.

Si bien 30 mil dólares es un precio que no todas las personas pueden llegar a tener para un proyecto como el que se describe en este trabajo de titulación, existen algunas alternativas económicas con resultados muy confiables al momento de recolectar información de movimiento y que, además, están al alcance de la mayoría de personas hoy en día, tal es el caso de Xbox Kinect y el programa *iPiSoft*.

Este programa ha sido utilizado a nivel profesional gracias a sus resultados óptimos para capturar el movimiento a un bajo precio. Un gran ejemplo es la gran conocida serie *Game of Thrones*, transmitida por HBO, en la cual se utilizó *iPiSoft* para capturar el movimiento de la épica batalla “*The Battle of the Bastards*” (iPiSoft, 2016) recibiendo un premio Emmy por sus increíbles efectos especiales.

Adds Dean Elliot, Animador Principal de los estudios Ilaura, dice:

“iPi Mocap es una herramienta de producción increíblemente confiable. Una vez que tuvimos dimensiones precisas para nuestros actores, el software nos dio una buena solución del 98 por ciento del tiempo. La principal ventaja de usar iPi Mocap era que los actores no tenían que

vestirse bien antes de capturar una actuación. La capacidad de un artista para manejar todo el proceso de captura, desde el rendimiento y la gestión de datos hasta el procesamiento, simplificó el flujo de trabajo para nosotros. Fue rentable, rápido de capturar y rápido de procesar” (iPiSoft, 2016)

Una vez se entiende que este programa ha sido utilizado en grandes productos de televisión, surge el cuestionamiento de los precios, los cuales son realmente accesibles a comparación de XSense. Los cuales se presentan a continuación.

Tabla 2

Comparativa de precios entre XSense y iPiSoft.

COMPARATIVA DE PRECIOS PARA MOCAP								
Programa	Licencia	Precio	Adicionales 1	Precio Adicional 1	Precio total 1	Adicionales 2	Precio Adicional	Precio total 2
XSENSE	Perpetua	\$ 22.500,00	Traje Awinda	\$ 7.380,00	\$ 29.880,00	Traje Link	\$ 12.210,00	\$ 34.710,00
	Indie	\$ 5.500,00			\$ 12.880,00			\$ 18.380,00
IPIISOFT	Perpetua Básica	\$ 695,00	2 Xbox Kinect (usados)	\$ 70,00	\$ 765,00	Adaptador XBOX para PC	\$ 50,00	\$ 815,00
	Año - Básica	\$ 345,00			\$ 415,00			\$ 465,00
	3 meses - Básica	\$ 165,00			\$ 235,00			\$ 285,00
	Pro - Perpetua	\$ 1.995,00			\$ 2.065,00			\$ 285,00
	Año - Perpetua	\$ 995,00			\$ 1.065,00			\$ 1.115,00
	3 meses - Perpetua	\$ 495,00			\$ 565,00			\$ 615,00
	Express	\$ 195,00	1 Xbox Kinect	\$ 70,00	\$ 265,00			\$ 315,00
	Prueba gratis de un mes	\$ -	2 Xbox Kinect (usados)	\$ 70,00	\$ 70,00			\$ 120,00

Como se puede apreciar, *iPiSoft* entrega una gran variedad de precios de acuerdo a las necesidades del consumidor. Es necesario comprender que para este proyecto se utilizarán dos XBOX Kinect, sin embargo, eso no quiere decir que sea la única forma de realizar una captura de movimiento con *iPiSoft*, ya que es posible realizar con cuatro Kinect o con cámaras digitales y otros controladores que no están incluidos en los precios totales del programa.

Puesto que la realización de este proyecto no durará más de un año, fue conveniente realizar la prueba gratuita del programa, siendo la forma más económica de realizar el proyecto, ya que el único precio a tener en cuenta es el sensor Kinect y su respectivo cable adaptador para su funcionamiento en un computador. De esta forma, el precio total de los equipos necesarios para una captura de movimiento fue de \$ 120 dólares estadounidenses.

Se debe tener en cuenta que la versión gratuita tiene varias restricciones al momento de realizar una captura de movimiento óptima, tal es el caso de la restricción de la cantidad de sensores posibles para conectarse y sus combinaciones, como también, una vez culminado el tiempo de prueba, es imposible exportar las capturas realizadas, por lo que se tendrá que comprar alguna de las licencias para poder utilizar las animaciones.

Hasta el momento, se puede afirmar que, si existe posibilidades económicas para la realización de una captura de movimiento, pero, ¿Realmente puede llegar a resultados óptimos? La respuesta a esta duda, se resolverá a medida que el proyecto avance.

4.2.2. ¿Por qué capturar con XBOX Kinect?

Después de realizar una investigación acerca de los métodos para capturar movimiento, se decidió por utilizar la tecnología realizada por Microsoft Kinect para Xbox 360. Este aparato originalmente fue lanzado para la consola de videojuegos en la que el usuario, sin necesidad de otros controles, podía jugar, siendo su cuerpo el que realiza los movimientos de los juegos.

Kinect para Xbox tiene varias formas de ver el mundo, entre ellas y, la más importante para este proyecto, su capacidad de captar la profundidad de los espacios reales (ver Figura 7), el color azul es lo más cercano al Kinect, lo rojo lo más lejano y lo amarillo simplemente se trata de interferencias.

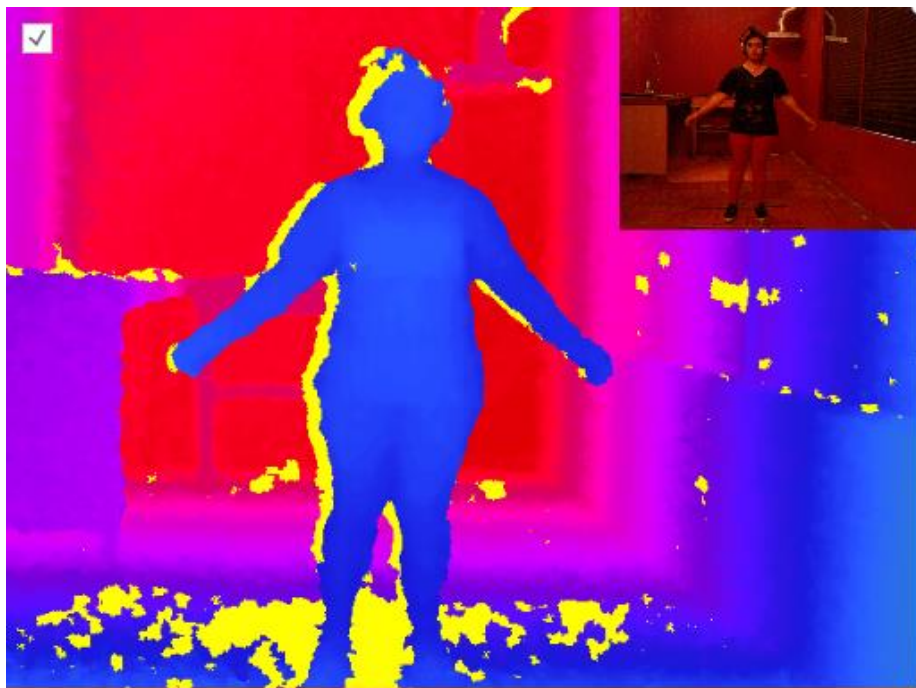


Figura 7. Visión de profundidad captada por un Kinect

La lógica para captar movimiento con Kinects parte del cuestionamiento: Si se puede controlar personajes de videojuegos con el cuerpo humano, ¿Se puede extraer el movimiento y utilizarlo como una captura de movimiento?

La respuesta definitivamente es sí, y para ello, se utilizó la versión gratuita de *iPi recorder* y *iPiSoft MoCap Studio 4*. Estos dos programas van de la mano, el primero permite grabar, como si fuera un video normal, la profundidad de los espacios para posteriormente trasladarlos a *iPiSoft Mocap Studio*, en donde interpreta la profundidad y la recrea en 3D, teniendo a la persona a quien se va a capturar en tres dimensiones para posteriormente calcular sus movimientos y entregar una captura de movimiento en un esqueleto completamente funcional y transferible a otros esqueletos (ver Figura 8).

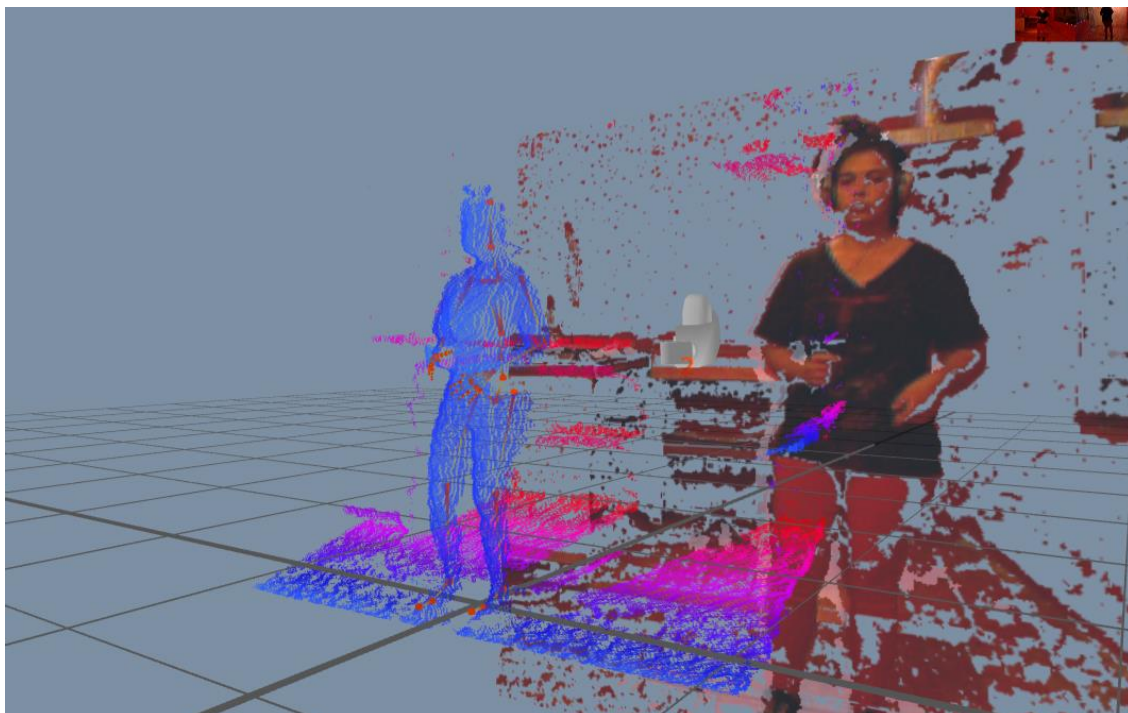


Figura 8. Reconstrucción del espacio y cálculo de la persona en iPiSoft Mocap Studio

4.6.1. Consideraciones para la bailarina

Una vez entendido con qué programa se utilizará para la captura, es hora de contactar a la bailarina quien imite los pasos de Las Tres Marías y capturar su movimiento.

Para el proyecto se contactó a Itzel Vega, quien tiene experiencia en baile deportivo y conoce el baile de la Bomba a la perfección. Para que la bailarina pueda imitar los pasos y crear una nueva coreografía a partir de movimientos ya existentes, fue necesario observar en repetidas ocasiones a Las Tres Marías bailando en vivo.

Una vez visto los videos, es necesario crear una nueva coreografía para cada integrante con sus respectivos movimientos, es decir tres coreografías para una canción de tres minutos. Afortunadamente, la bailarina logró captar la esencia de los movimientos de cada integrante, así que, lo último por hacer es realizar pruebas de captura y organizar los espacios para ello.

4.2.3. Consideraciones del computador

Si bien se podría pensar que para la realización de una captura de movimiento se necesita un computador potente, la verdad es que se necesita un computador básico, claro, dependiendo el tipo de captura y software con el que se va a realizar.

iPiSoft no cuenta con una amplia descripción de los parámetros necesarios para el sistema operativo o el tipo de hardware que se necesita para que la captura de movimiento con Kinect sea posible, sin embargo, lo único que recalca su página web, es tener una tarjeta gráfica con aceleración DirectX 11, la cual facilita operaciones multimedia en el computador.

Algo importante a considerar para quienes son usuarios del sistema operativo de *Apple*, *iOS*, es que no es posible de ninguna manera instalar ni realizar captura de movimientos con este sistema operativo. Esto no es solamente para el programa de *iPiSoft*, ya que *XSense*, tampoco cuenta con versiones para *iOS*, por lo que tener sistema operativo *Windows 7* o *10*, es sumamente fundamental para realizar cualquier tipo de captura de movimiento.

A pesar de que *iPiSoft*, no cuenta con una amplia descripción de hardware, un punto importante son los puertos USB 2.0 del computador. Es necesario que el computador con el que se trabaje tenga la misma cantidad de puertos integrados que la cantidad de Kinect a utilizar, es decir, si se utiliza dos Kinect, debe existir dos puertos 2.0 integrados y no separados por algún hardware externo.

En el caso de este proyecto, el computador tiene únicamente un puerto USB 2.0 integrado, sin embargo, tiene seis puertos USB 3.0 y luego de realizar algunas pruebas, lo mejor es conectar ambos Kinect a dos puertos 3.0 ya que la diferencia de velocidad es menor en un puerto 2.0 causando un cruce de velocidades entre los Kinect al computador debido a las versiones de los puertos.

4.2.4. Consideraciones del lugar

Para obtener un resultado óptimo para la captura con Kinects, es necesario

entender que el mínimo de distancia que debe existir en un cuarto para la captura es de cinco metros (ver Figura 9), más de esta distancia, el Kinect no puede interpretar el espacio, dando como resultado manchas amarillas.

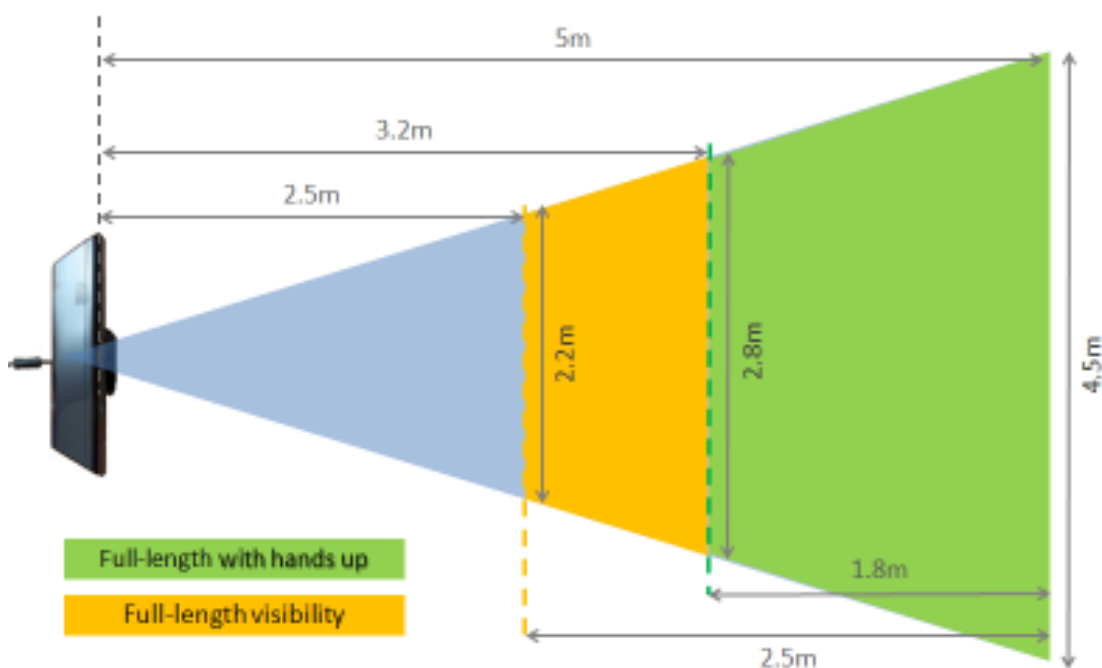


Figura 9. Configuración de distancias del Kinects. Adaptado de *User Guide for Dual Depth Sensor Configuration*, por iPiSoft, s. f.

Otro factor importante para que no exista interferencias, es la luz, se debe evitar por completo realizar capturas de movimiento en lugares en donde la luz solar esté presente ya que el sensor del Kinect recibe información ultravioleta, causando problemas al momento de interpretar los espacios, como resultado, la imagen se puede ver amarilla por completo.

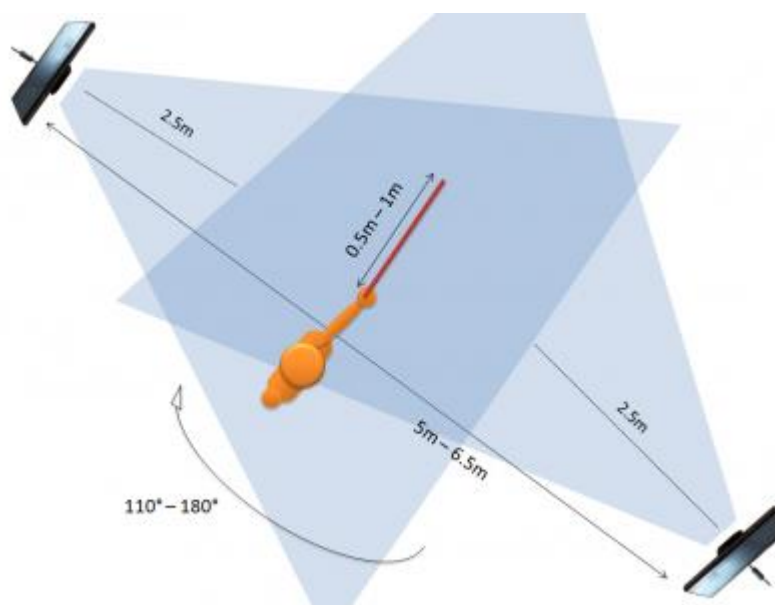
4.2.5. Capturar el movimiento perfecto

Hasta el momento se ha logrado realizar una coreografía para cada integrante y entender las distancias necesarias para realizar la captura, lo restante son parámetros necesarios para lograr capturar un movimiento perfecto.

Primero, se debe comprender que los Kinect graban a 30 cuadros por segundo, lo que quiere decir que cualquier movimiento sumamente rápido, puede causar problemas en su interpretación, sin embargo, los movimientos de Las Tres

Marías no suponen un problema para ser grabados a esta velocidad, ya que sus movimientos son ligeros.

Como se mencionó anteriormente, se necesita un espacio de cinco metros de distancia a partir del Kinect, pero para lograr una mejor recreación 3D de la bailarina, se necesitan dos Kinect ya que el baile contiene vueltas, movimiento considerado complejo para ser captado con un solo aparato, esto significa que el espacio debe ser de, aproximadamente, seis o siete metros (ver Figura 10).



*Figura 10. Configuración de distancias para dos Kinect.
Adaptado de User Guide for Dual Depth Sensor
Configuration, por iPiSoft, s. f.*

El lugar para capturar el movimiento, sin embargo, fue de cinco metros y medio por tres metros, es decir, un lugar sumamente angosto, lo que suponía una posible falla para la captura (ver Figura 11), además presentaba muebles, los cuales no podían ser retirados, lo que hacía aún más pequeña la distancia.

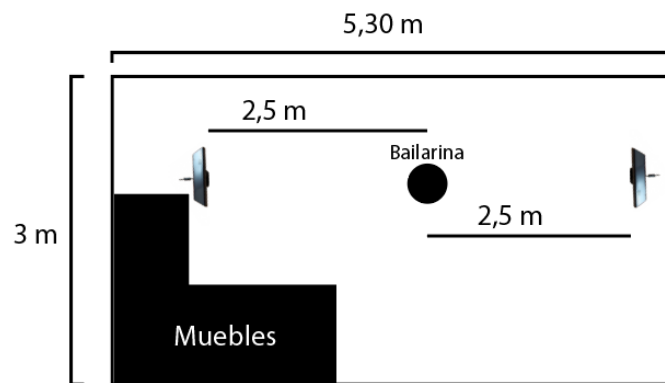


Figura 11. Planimetría del lugar para la captura de movimiento.

Por fortuna, la bailarina mide 1.54 metros, por lo que la distancia real de 2.5 metros es suficiente para poder ser vista por ambos Kinects, siempre y cuando la danza no requiera alzar los brazos.

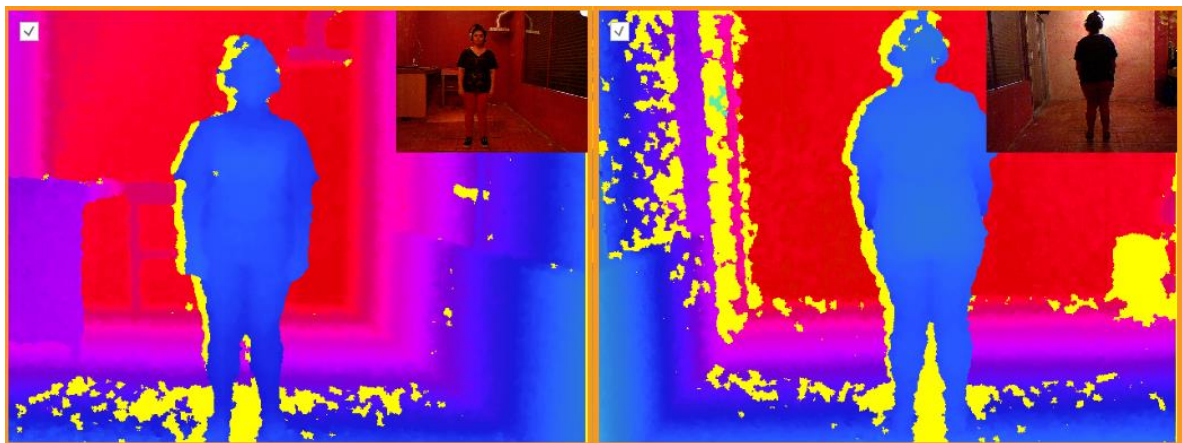


Figura 12. Vista de ambos Kinects a la bailarina.

Para que el programa no confunda el fondo con la bailarina, se debe realizar una toma sin ella, para señalar al programa cuál es el fondo, luego, con la ayuda de un cartón de por lo menos 50 cm por lado, debemos calibrar ambos Kinect para que, al momento de interpretar a la bailarina, se pueda recrear exactamente (ver Figura 13).

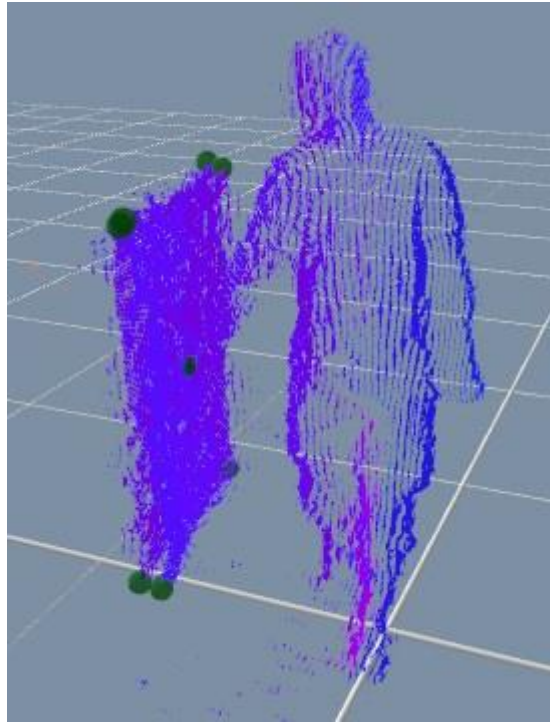


Figura 13. Resultado de una buena calibración. Adaptado de User Guide for Dual Depth Sensor Configuration, por iPiSoft, s. f.

Uno de los inconvenientes al capturar movimiento con Kinect, es que no se logra capturar la rotación de la cabeza, sin embargo, *iPiSoft*, es compatible con varios controles de videojuegos que mejoran la calidad de captura de movimiento, para ello, se utilizó un control de la consola *Nintendo Wii*, el cual se sujetó en unos audífonos que posteriormente la bailarina se pondrá para capturar el giro de su cabeza (ver Figura 14).



Figura 14. Controlador Wii para capturar la rotación de la cabeza.

Es importante aclarar que uno de los errores que se cometió en el proyecto, fue la utilización de un control de Wii antiguo, el cual carece de la tecnología *Wii MotionPlus*. Prácticamente esta tecnología permite interpretar la rotación en eje X , Y , y Z de los controles y debido a la falta de esto en controladores antiguos, no se puede captar ningún tipo de movimientos, por ello, es importante cerciorarse de que el control tenga esta tecnología, que, en el caso de no tenerla, se debe adaptar el *MotionPlus* de Wii aparte, a diferencia de los nuevos controles, los cuales tienen esta tecnología incorporada en el mismo control.

Una vez hecho todo esto, se procede a capturar el movimiento de la coreografía, la cual dura aproximadamente tres minutos por integrante de Las Tres Marías.

4.2.6. Limpieza del movimiento extraído

Culminado el proceso de grabación y análisis del movimiento, el programa resuelve un esqueleto y un modelo 3D de la bailarina. Este esqueleto siguió todos los movimientos de la bailarina casi a la perfección, sin embargo, hay ocasiones que el programa no calcula bien los movimientos y se debe limpiar manualmente cuadro por cuadro las extremidades que no se logran analizar (ver Figura 15).

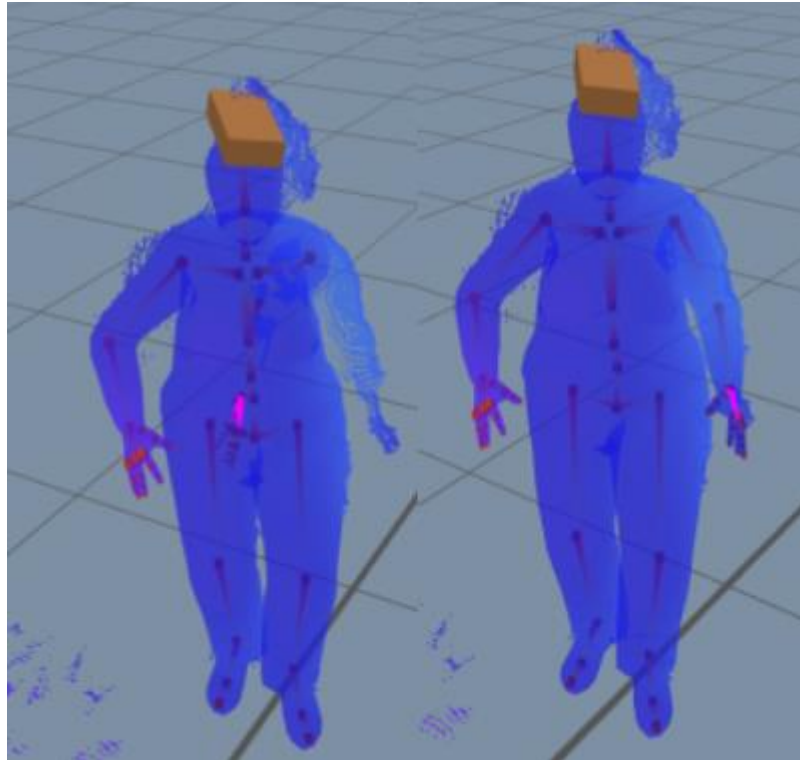


Figura 15. Error en el análisis del brazo izquierdo junto al arreglo manual.

Finalmente, una vez corregido todos los errores, se escoge una versión de esqueleto a ser exportada, en este caso, como se va a trabajar en *Maya*, se escogió un esqueleto de *MotionBuilder* (ver Figura 16), esqueleto compatible con aplicaciones *Autodesk*.

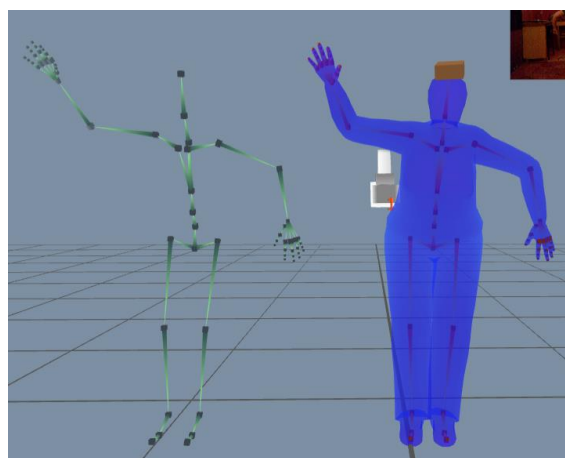


Figura 16. Esqueleto (izquierda) listo para ser enviado a Maya.

4.3. Modelado 3D

Antes de comenzar con procesos definitivos, es importante plantearse cuál es estilo al que se quiere llegar y en qué medio se va a previsualizar.

En el caso de este proyecto, se mantendrá un estilo realista, es decir, las proporciones para el modelado 3D deben cumplir con las proporciones reales o lo más parecidas a los personajes en cuestión. En cuanto a su pre visualización, se utilizará *Unreal Engine 4.21* ya que permite una pre visualización en tiempo real y de buena calidad, al ser animaciones de tres minutos aproximadamente, permitirá observar la animación con mayor rapidez que un *render* tradicional, el cual podría tomar horas o incluso días para su visualización final.

4.3.2. Fotogrametría

Se optó por la fotogrametría por la facilidad y rapidez para obtener referencias tridimensionales de Las Tres Marías. Para ello, se utilizó el proyecto de la artista Alice Trepp, La Carga, en donde esculpió a Las Tres Marías en tamaño real y de esta manera, la fotogrametría, significó una solución bastante viable para comenzar un modelado realista del rostro.

La fotogrametría es una técnica que permite realizar medidas 3D y obtener volúmenes a partir de fotografías (Caro, 2000). Para ello, se debe tomar fotografías de todos los ángulos posibles del objeto (ver Figura 17). En total se realizó 181 fotografías, es decir aproximadamente 60 fotografías por cada escultura.

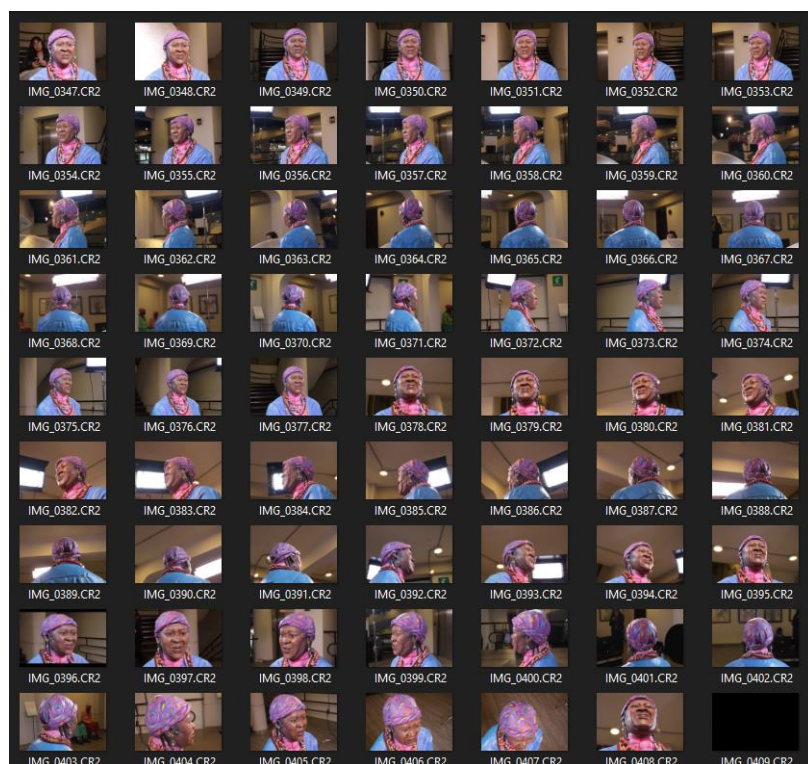


Figura 17. Fotografías realizadas a la escultura de Gloria

Un factor importante y que permitió realizar una fotogrametría adecuada, fue la iluminación. Puesto que las esculturas se encuentran en un museo, la iluminación es sumamente dura, proyectando sombras fuertes en zonas imprescindibles como nariz, mentón y ojos. Las sombras suelen causar problemas al momento de interpretar una fotogrametría, para ello, se instalaron cuatro luces de entrevista (ver Figura 18) alrededor de las esculturas para eliminar las sombras.

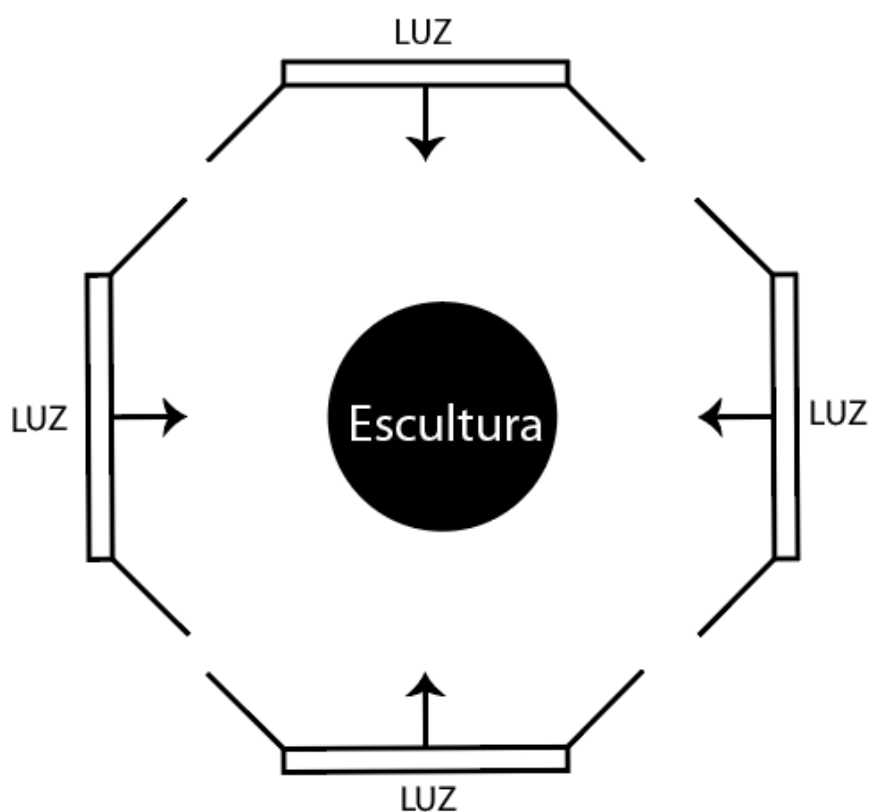


Figura 18. Ubicación de las luces

Interpretación

Una vez se obtienen las fotografías debemos llevarlas a un programa especializado para que las interprete. Para este proyecto se utilizó *Meshroom*, un programa gratuito y lo suficientemente estable para realizar fotogrametrías a partir de fotografías en formato RAW.

El proceso es bastante sencillo, importamos todas fotografías al programa y simplemente se presiona *Start* y el programa empezará a calcular. No todas las fotografías funcionan, algunas son eliminadas por el programa ya que carecen de información relevante para poder ser interpretadas, por esa razón es importante realizar varias fotografías de varios ángulos. Una vez culminado el proceso de análisis, el programa permite ver un modelo tridimensional a partir de puntos y ubicación de la cámara para finalmente interpretar un modelo poligonal complejo, que además conserva las texturas de todas las fotografías

tomadas (ver Figura 19).



Figura 19. Proceso de interpretación para fotogrametría de Gloria en Meshroom.

El objeto 3D que se extrae de una fotogrametría, no siempre es perfecto y en la mayoría de los casos se generan otros objetos no deseados detrás del modelo real o simplemente genera más polígonos en donde no existen, para ello, se debe limpiar en un programa externo a *Meshroom*, en este caso, se utilizó *Maya*, en donde se eliminó todos los objetos y caras poligonales innecesarias para obtener un modelo limpio y listo para la retopología (ver Figura 20).

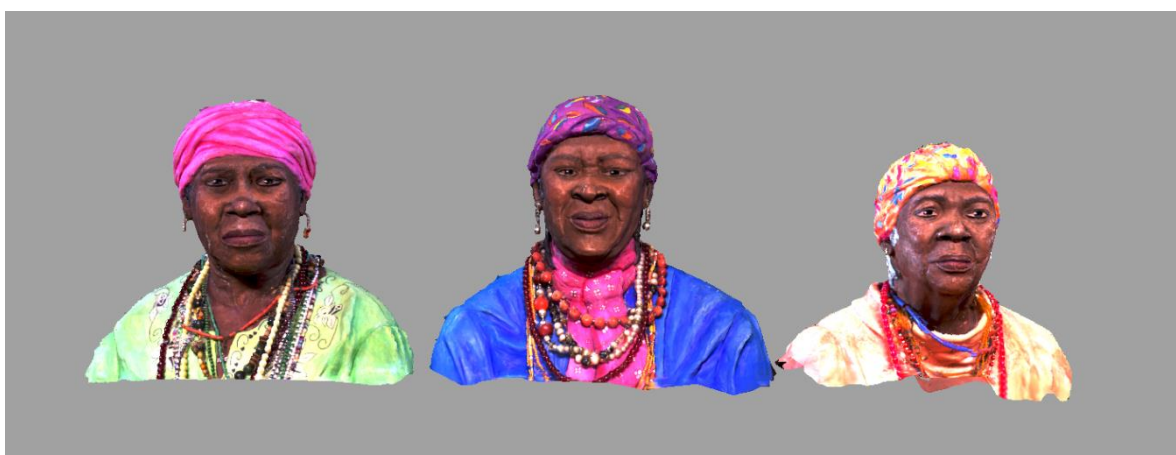


Figura 20. Fotogrametría final de Las Tres Marías.

Retopología

La fotogrametría puede ser útil para el momento de obtener una geometría casi exacta extraída directamente de la realidad, pero su topología, o su flujo de polígonos no es óptima ni recomendable para el uso en animaciones.

Por esta razón se realizó una retopología, que consiste en optimizar el flujo geométrico para su animación. Para este proceso se esculpió en *MudBox* las

fotogrametrías de los rostros de Las Tres Marías, ya que suele dejar grumos o protuberancias que dificultan al momento de hacer una retopología (ver Figura 21). Se eliminó los tocados o turbantes de los modelos para dar forma al cráneo, como también se esculpió las orejas.

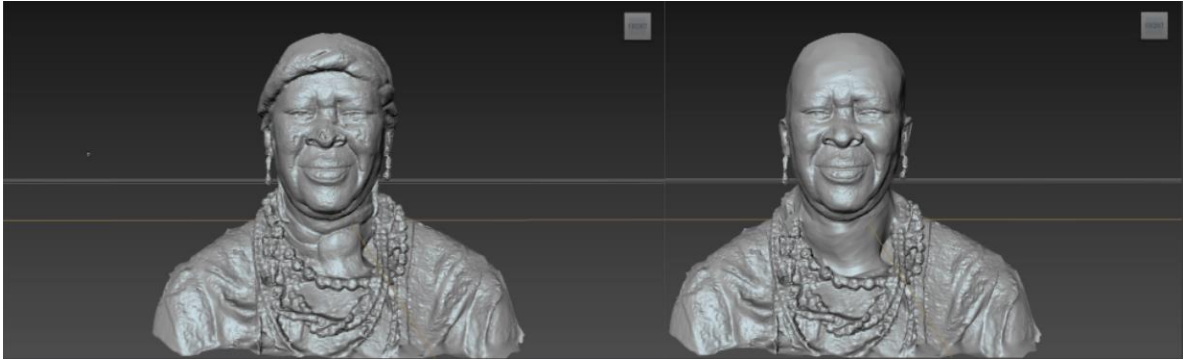


Figura 21. Limpieza de la fotogrametría de Gloria en MudBox.

Una vez terminada la limpieza, se utilizó *Wrap*, un programa sumamente potente al momento de realizar retopologías automáticas. Para ello, se importa la fotogrametría y un rostro con buena topología, posterior a esto, se ubican puntos exactos de un modelo a otro, es decir, en dónde es la nariz de la fotogrametría y en dónde está la nariz del rostro optimizado (ver Figura 22). Finalmente, se debe programar la retopología para que analice los puntos y el rostro de buen flujo adquiera la forma exacta de la fotogrametría, incluso se puede programar para que la nueva geometría limpia, adquiera la textura de la fotogrametría (ver Figura 23), lo cual puede ser de mucha utilidad al momento de empezar con la texturización final del modelo.

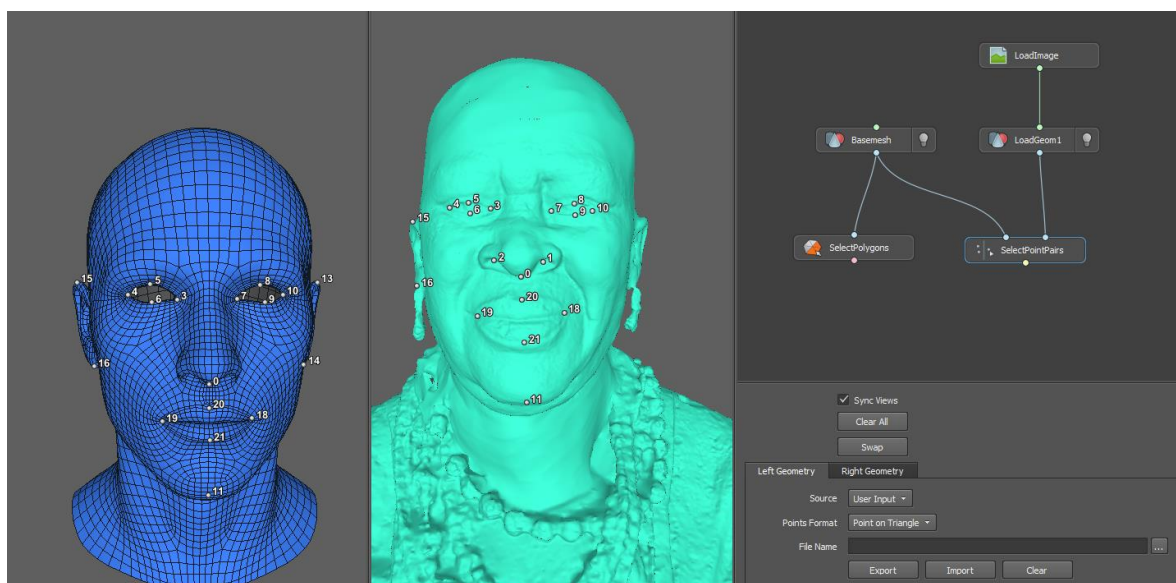


Figura 22. Unión de puntos para la retopología en Wrap.



Figura 23. Resultado final de la retopología y transferencia de textura en Wrap.

4.3.3. Cuerpo

Para el modelado del cuerpo se buscó la mayor cantidad de fotografías cuerpo completo de Las Tres Marías (ver Figura 24) para tener la noción de proporciones. Posterior a esto, se utilizó un cuerpo base que provee el programa *Maya*, para unir la cabeza, resultado de la fotogrametría, y así obtener las proporciones (ver Figura 25).



Figura 24. Collage con referencia de cuerpo completo.



Figura 25. Proporciones entre cuerpo y cabeza de Gloria.

Finalmente, este modelo se introdujo al programa *Blender*, un programa 3D completamente gratuito y sumamente potente. Se utilizó básicamente para poder esculpir ya que, *Blender*, posee la opción *Dynamesh*, muy parecida a la del popular programa para escultura digital, *ZBrush*. Esta opción permite agregar

polígonos y esculpir de manera libre sin preocuparse de cuantos polígonos tiene nuestra base.

Gracias a las referencias, se esculpió los cuerpos de Las Tres Marías (ver Figura 26), dando mayor detalle en las manos y tobillos, ya que estas partes serán visibles en el producto final.



Figura 26. Esculturas finales de Las Tres Marías en Blender.

Dynamesh es una herramienta sumamente útil al momento de esculpir libremente, sin embargo, la topología no es recomendable para el uso en animaciones. Por esta razón se utilizó nuevamente el programa *Wrap*, en la que se indicó a un modelo con buena topología, qué puntos son los que debe coincidir con el modelo extraído de *Blender*. Finalmente, los cuerpos de Las Tres Marías poseen una topología adecuada para la animación (ver Figura 27), se agregó ojos, mandíbula y lengua para comenzar con el modelado de accesorios y atuendos.

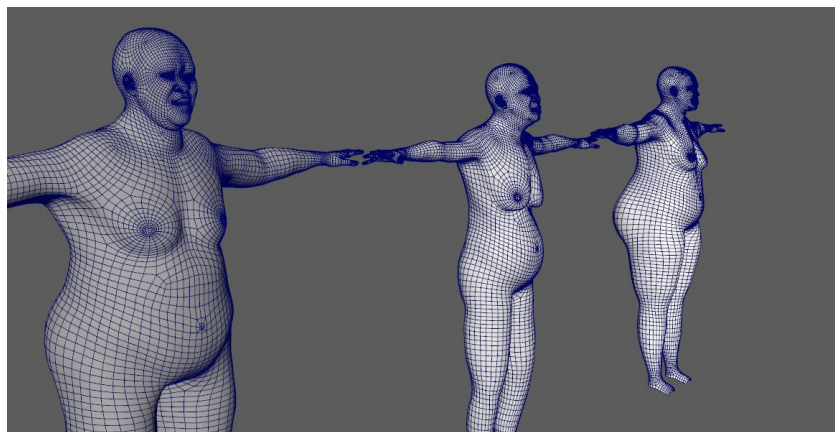


Figura 27. Topología final de los cuerpos.

4.3.4. Accesorios

Al igual que el cuerpo, se buscó referencias de accesorios, tales como anillos, aretes, pulseras y collares (ver Figura 28).



Figura 28. Collage para accesorios de Las Tres Marías.

Una vez decidido qué accesorios llevarían, se procede al modelado. Para los collares se utilizó esferas y gracias a la herramienta *Mash de Maya*, se puede duplicar varias veces las esferas alrededor de una curva para que obtenga la forma de un collar (ver Figura 29).

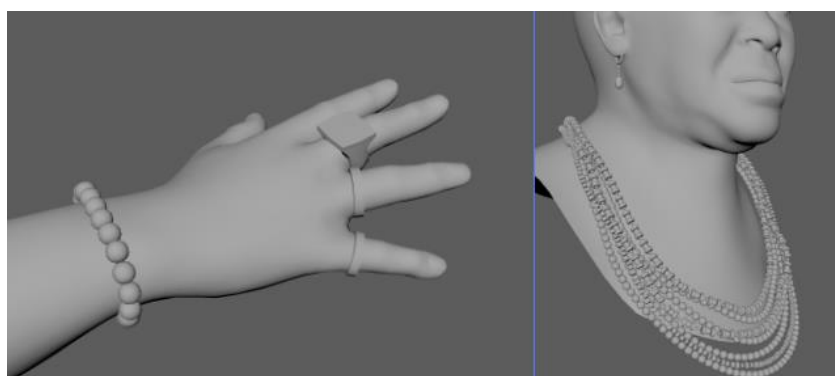


Figura 29. Accesorios para Rosa utilizando Mash de Maya.

4.3.5. Atuendos

Si bien se puede buscar varias referencias de atuendos, se decidió utilizar las vestimentas con las que fueron esculpidas por Alice Trepp (ver Figura 30).



Figura 30. Fotografía realizada a las esculturas como base para su vestimenta.

Para este proceso, se utilizó *Marvelous Designer*, un programa especializado en la creación de ropa de manera realista, en el cual se debe realizar patrones, los cuales se tratan de moldes para trazar las figuras de la tela e indica en qué partes se deben coser (ver Figura 31).

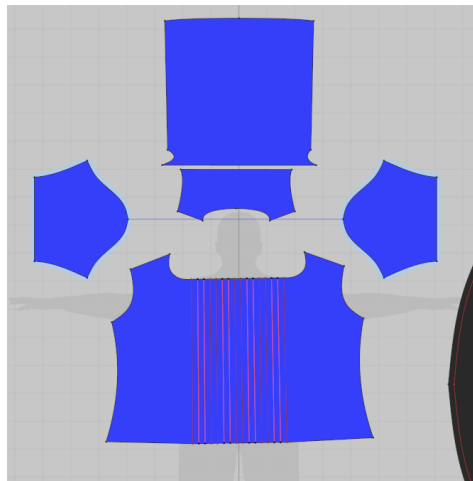


Figura 31. Patrones para la blusa de Gloria.

Si bien se puede esculpir en otros programas, *Marvelous Designer*, permite una simulación realista de la ropa, además de poder utilizar los mismos patrones

como UVs en su texturización.

El resultado final de los atuendos, son sumamente impecables (ver Figura 32) y pueden ser esculpidos en otros programas como, *MudBox*, *Blender*, *ZBrush*, etc. Para obtener un resultado aún más realista.



Figura 32. Atuendos finales en Marvelous Designer.

Para los zapatos y tocados (turbantes), se modeló directamente en *Maya*.

4.3.6. Textura

Una vez culminado el proceso de modelado de todo el cuerpo, accesorios y ropa (ver Figura 33), se procede a la fase de textura, no sin antes, realizar los adecuados UVs de cada objeto.

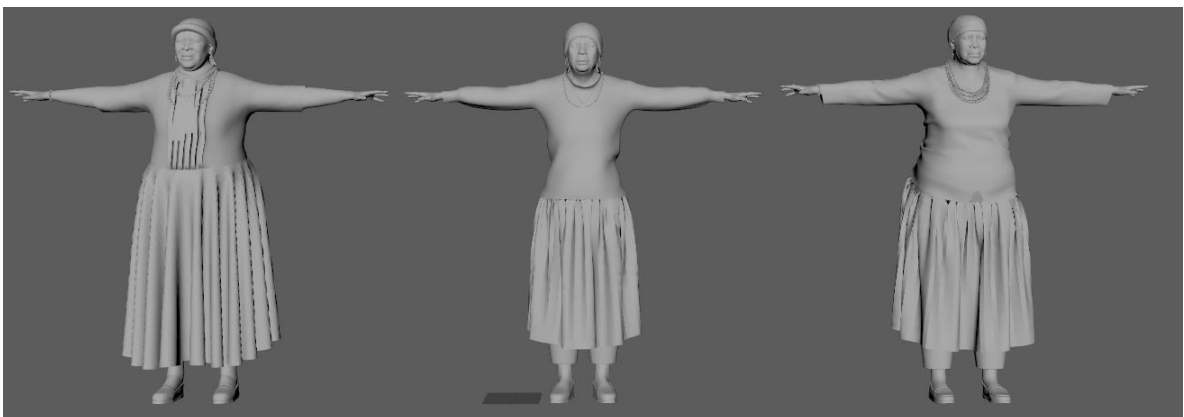


Figura 33. Modelos finales listos para UVs

UVS

Los UVs es la interpretación de un objeto 3D en 2D, por ejemplo, si se observa una caja de cereales, es el objeto 3D, pero si la desarma, se puede observar al objeto en 2 dimensiones y se entiende la distribución de las texturas.

Este proceso tomó en cuenta en dónde se iban a pre visualizar a Las Tres Marías, es decir, *Unreal Engine*, y qué tan cerca vamos a observarlas, es decir plano general. Puesto que el resultado final se busca un *render* de Las Tres Marías juntas en plano general, es conveniente realizar tres grupos de UVs, una para el rostro, dando mayor importancia al rostro como tal y a los ojos (ver Figura 34), otro grupo de UVs para cuerpo, en donde se integran los accesorios y ropas, dando mayor importancia a objetos con mayor visibilidad, como blusas, tocados, zapatos y manos y por último, un grupo únicamente para las faldas, esto se realiza, por el hecho de que posteriormente, las faldas serán simuladas en *Marvelous Designer*, el cual utilizará su propio cuadrante de UVs.

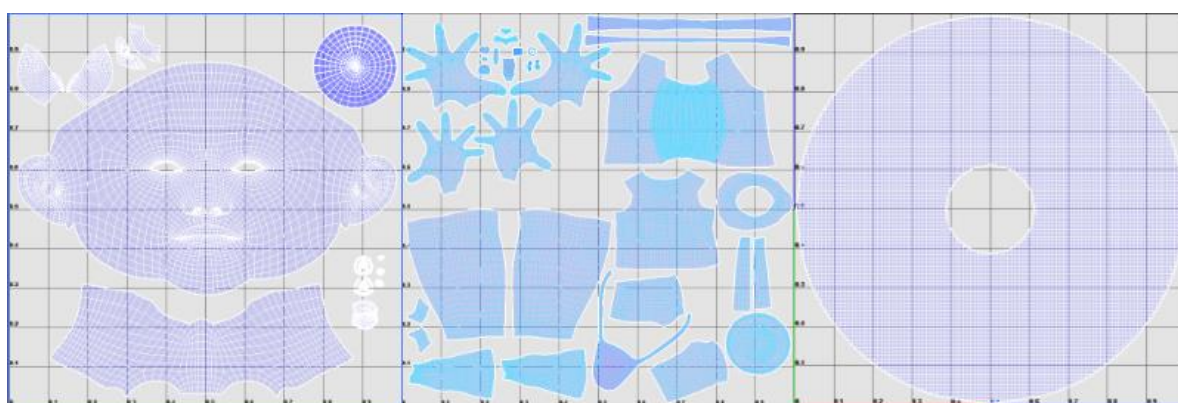


Figura 34. UVs de rostro, cuerpo y falda de Gloria.

Cada integrante de Las Tres Marías, llevarán consigo tres materiales para cada grupo de UVs, es decir, un material para rostro, otro para cuerpo y accesorios y finalmente el de la falda. Esto permite una organización al momento de pintar dentro de *Substance Painter*.

Piel

Para comenzar con la piel, se recolecto fotografías de los rostros de Las Tres

Marías para comprender los tonos (ver Figura 35).



Figura 35. Collage del rostro de Magdalena.

Se debe dar el color base de la piel, sea oscura o clara, luego, se debe pintar zonas azules, en donde normalmente hay mayor cantidad de vellos. Aunque pueda parecer extraño, las mujeres también llevan esta coloración en zonas de la barba, las zonas amarillas son las partes más claras y las zonas rojas en donde mayor irrigación de sangre existe, este color es más notorio en personas con piel clara. Posteriormente se ajusta la cantidad, es decir qué tan prominente debe ser cada color (ver Figura 36). Finalmente, se agrega capas de *Specular* y *Roughness*, es decir en qué sectores brilla más la piel y en qué sectores menos



Figura 36. Antes y después de ajustar los niveles del color base.

Resultados finales

Finalmente, se ajustan algunos parámetros para que las texturas queden más realistas y se procede a exportar. Como se ha mencionado anteriormente, los modelos serán llevados a *Unreal Engine 4* para su visualización, por lo que se tendrá que exportar los materiales con los parámetros de este programa.

La diferencia está en que, al momento de exportar para *Unreal Engine 4*, los mapas de *occlusion*, *roughness* y *metallic*, están empaquetados en una misma imagen en diferentes canales, es decir, en el canal R (rojo), se encuentra el mapa de *Occlusion*, en el canal G (verde), se encuentra el *Roughness* y en el canal B (azul) el *Metallic* (ver Figura 37).

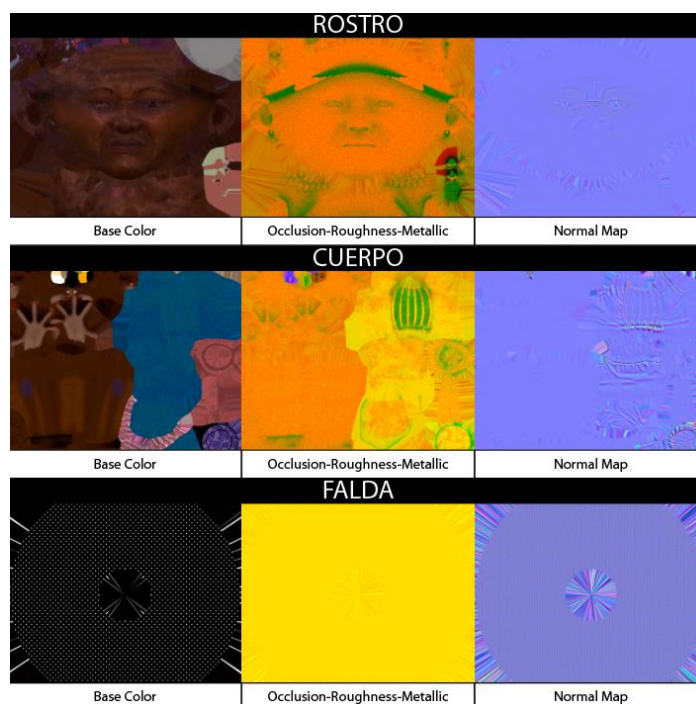


Figura 37. Mapas de texturas de Gloria.

Por último, una imagen en donde se puede apreciar a Las Tres Marías con la textura final.



Figura 38. Texturas finales aplicadas en Las Tres Marías.

4.4. Rigging y transferencia de movimiento

Una vez culminado el proceso de modelado y textura, se procede a un proceso importante para este proyecto, el *Rig*. Este proceso consiste en la creación de huesos o *rigs*, para poder dar movimiento a los cuerpos geométricos en base a la captura de movimiento extraída por medio de Kinect. Este proceso permitirá observar su funcionalidad y qué tan óptima ha resultado la captura.

4.4.2. Rig corporal

Para dar movimiento al cuerpo, lo primero que se hizo fue eliminar geometrías que no son visibles en el producto final, que además pueden presentar problemas al momento de *riggear*, también se eliminó las faldas (ver Figura 39) ya que éstas serán simuladas en *Marvelous Designer*, una vez se obtenga la captura de movimiento.

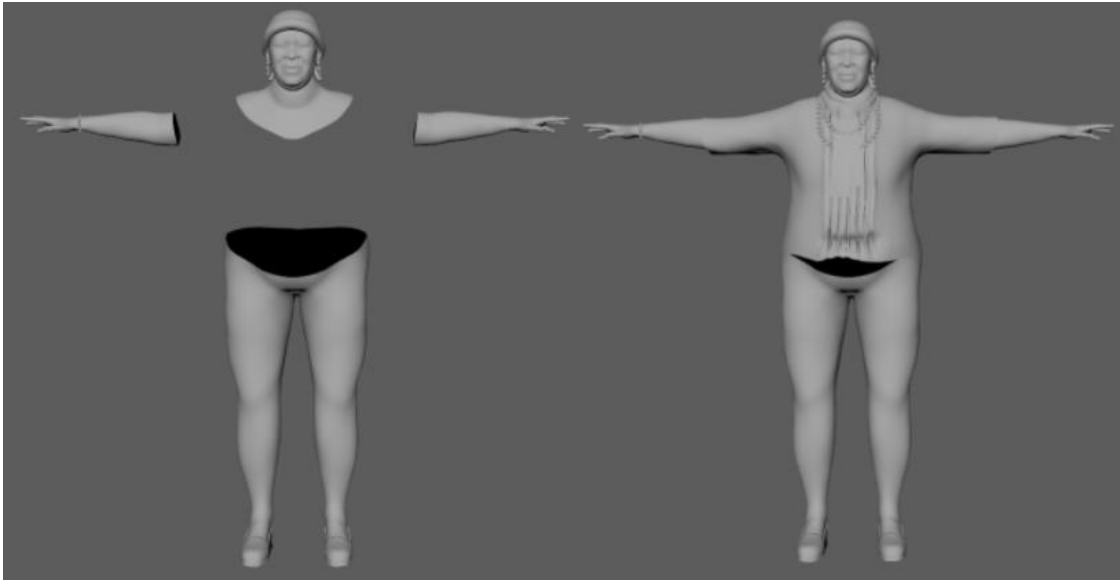


Figura 39. Geometría optimizada para el rig.

Para este proceso se utilizó *Advanced Skeleton*, un *script*, lo suficiente potente para realizar huesos de manera rápida e intuitiva. Para esto, se importó el esqueleto proveniente del script, se ajusta la posición de los huesos y el script reconstruye controladores que facilitan el movimiento del mismo (ver Figura 40). Una vez construido el esqueleto o el *rig*, se debe pintar los pesos, esto quiere decir cuanta influencia de movimiento sobre la geometría tiene cada hueso (ver Figura 41).

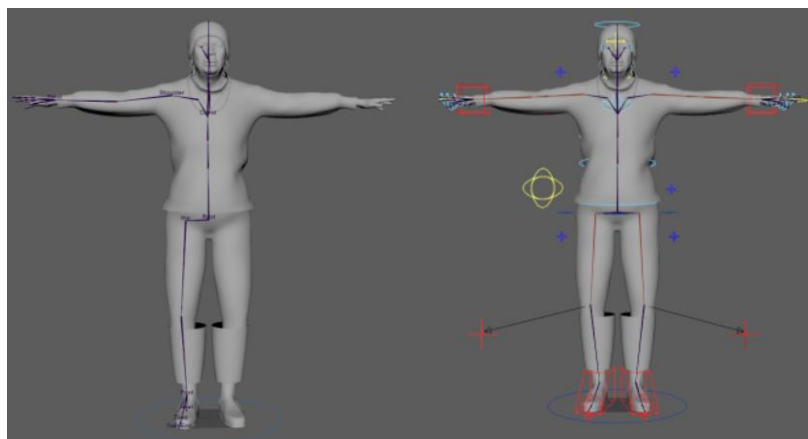


Figura 40. Proceso de creación del rig de Magdalena

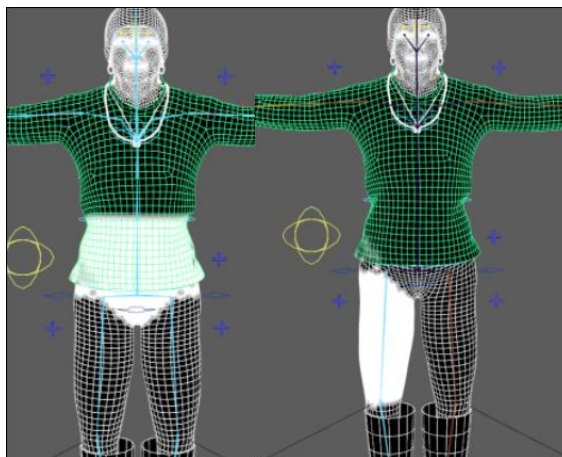


Figura 41. Proceso para pintar pesos.

4.4.3. Rig facial

Una vez pesados correctamente los huesos del cuerpo, es momento de realizar un *rig* facial para que los personajes puedan cantar. Para este caso, se utilizó igualmente *Advanced Skeleton*, el cual nos permite ubicar puntos específicos dictados por el *script* para comprender en dónde están los ojos, nariz, boca, lengua, mandíbula, etc. Una vez dicho esto, el *script* reconstruirá un *rig* facial con pesos adecuados para cada hueso (ver figura 42).



Figura 42. Proceso para el *rig* facial de Rosa.

4.4.4. Transferencia del movimiento

Una vez se tiene exportado el esqueleto de *iPiSoft*, se importa en cada escena

correspondiente al baile según sea, Rosa, Gloria y Magdalena.

Una gran ventaja de trabajar con el sistema de *Advanced Skeleton*, es que se puede transferir información de captura de movimiento bastante simple puesto que se tiene la opción de *moCapMatcher* y lo que hace es analizar qué tipo de esqueleto o *rig* es el que se quiere transferir (ver Figura 43), en este caso es un esqueleto *iPiSoft* con parámetros de *MotionBuilder*, por lo que es sumamente sencillo de transferirse.

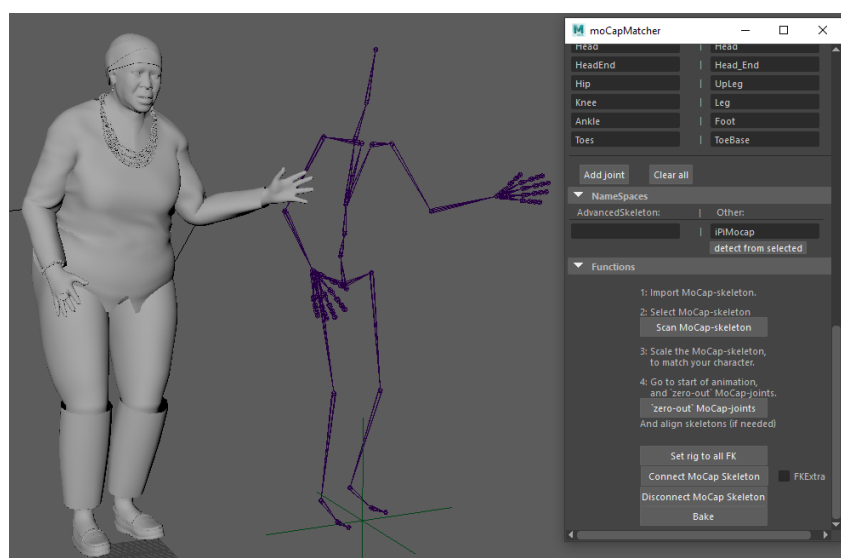


Figura 43. Transferencia de movimiento con *moCapMatcher*.

4.4.5. Limpieza del movimiento transferido

A pesar de que se limpió el movimiento en *iPiSoft*, puede ocurrir que las extremidades no estén en la ubicación correcta, causando que se interpongan con otras geometrías del cuerpo (ver Figura 44). Para esto se usa capas de animación y de esta forma se puede ajustar la posición de la mano sin que pierda las características del movimiento capturado.



Figura 44. Corrección de movimiento en Maya.

Finalmente, se corrige y se adhiere nuevos movimientos que no son posibles en la captura con Kinect, por ejemplo, se anima los dedos, la boca para que puedan cantar y sus expresiones.

4.4.6. Simulación de Ropa

Ahora que las geometrías bases de Las Tres Marías ya están animadas, es momento de simular las faldas.

Puesto que se guardó desde un principio los archivos bases para la creación de la ropa, es cuestión de eliminar el avatar antiguo, aquel que no tiene animación e importar un nuevo avatar en formato alembic, una vez hecho esto, hay que dirigirse al panel de animación y dejar que *Marvelous Designer*, analice la simulación de las faldas (ver Figura 45).

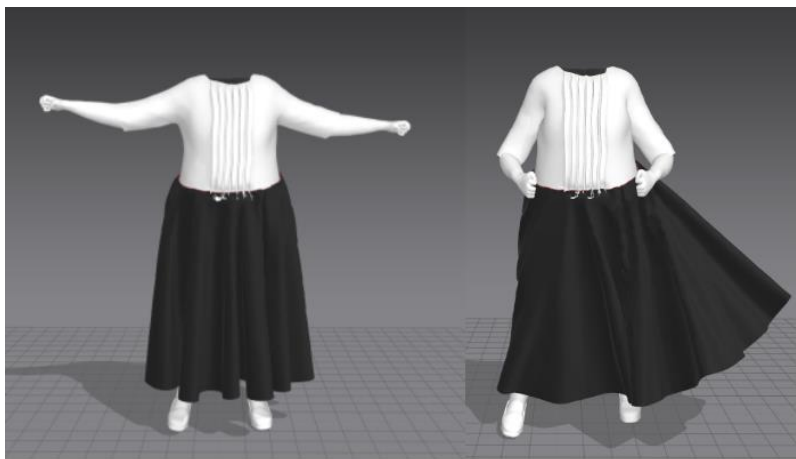


Figura 45. Simulación de la falda de Gloria en Marvelous Designer.

Cada simulación llevó alrededor de una hora en ser procesada, es decir aproximadamente tres horas para las tres faldas, por esta razón, la limpieza de la animación es un paso sumamente importante para que no existan errores al momento de simular ropas. Un factor importante a tomar en cuenta, es que se utilizó la versión 8 de *Marvelous Designer*, esta versión utiliza el recurso del procesador de la computadora, dando como resultado un análisis lento a diferencia de la versión 9 del mismo programa, el cual utiliza la tarjeta gráfica para las simulaciones, siendo así la manera más rápida y óptima al momento de simular atuendos.

Finalmente se exporta en formato alembic la simulación completa, lista para ser importada a *Unreal Engine 4* y dar paso a la etapa final de este proyecto.

4.4.7. Exportación

Una vez corregido los movimientos, es hora de exportar. Para este proyecto se exportó de dos formas, una para *Unreal Engine 4* y otra para *Marvelous Designer*.

Exportación a Unreal Engine

Para que el personaje y la animación puedan ser leídos en *Unreal Engine 4*, se debe preparar el *rig*, sobre todo el facial, para un exporte de videojuegos.

Advanced Skeleton, en su reciente actualización, permite optimizar el rostro para que las animaciones lleguen perfectas al motor de videojuego, al igual que posee una optimización del *rig* completo para ser exportado a videojuegos (ver Figura 46).

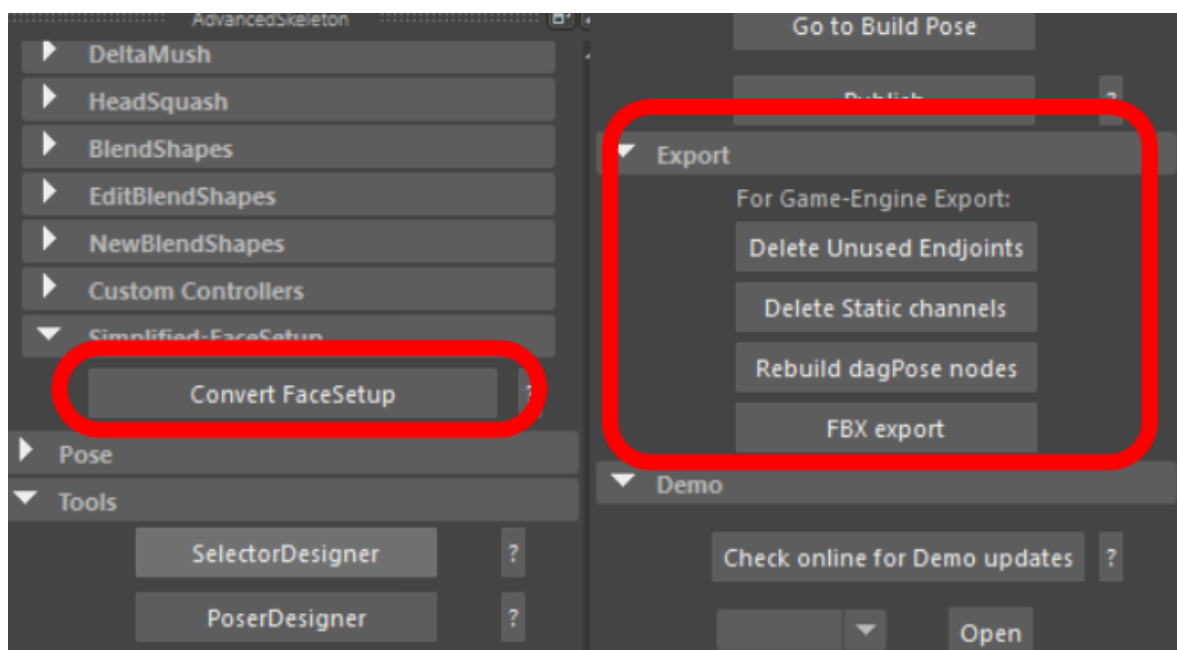


Figura 46. Parámetros para exportar a Unreal Engine con Advanced Skeleton.

Una vez seleccionado los parámetros, simplemente se exporta y está listo para ser importado en *Unreal Engine*.

Exportación a Marvelous Designer

Es importante exportar la geometría y la animación a *Marvelous Designer*, para lograr una simulación realista de las faldas y, si bien se podría importar la geometría y la animación realizada para *Unreal Engine*, el formato es sumamente pesado ya que son tres minutos de animación.

Para solucionar este inconveniente de no poder abrir la animación en *Marvelous Designer*, se exportó un archivo alembic únicamente de las piernas, antebrazos y en el caso de Gloria, la blusa, es decir, únicamente las partes que generan colisión en la falda (ver Figura 47).

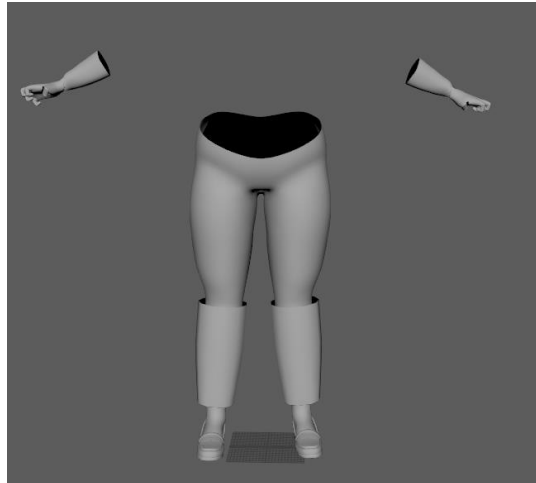


Figura 47. Alembic exportado de Rosa para Marvelous Designer.

Los archivos Alembic se tratan de formatos compatibles para la gran mayoría de programas 3D, con este tipo de archivos se pueden exportar e importar entre diferentes programas, geometría con animación sin la necesidad de exportarlas con *rig*, como también se puede exportar simulaciones complejas.

4.5. Importar a Unreal Engine 4

Para el proceso final, es tiempo de importar la captura al motor de videojuegos *Unreal Engine 4*. Es importante seleccionar adecuadamente las configuraciones para importar de forma correcta el modelo 3D y sus animaciones ya que, normalmente *Unreal* suele trasladar los objetos con rotaciones no adecuadas.

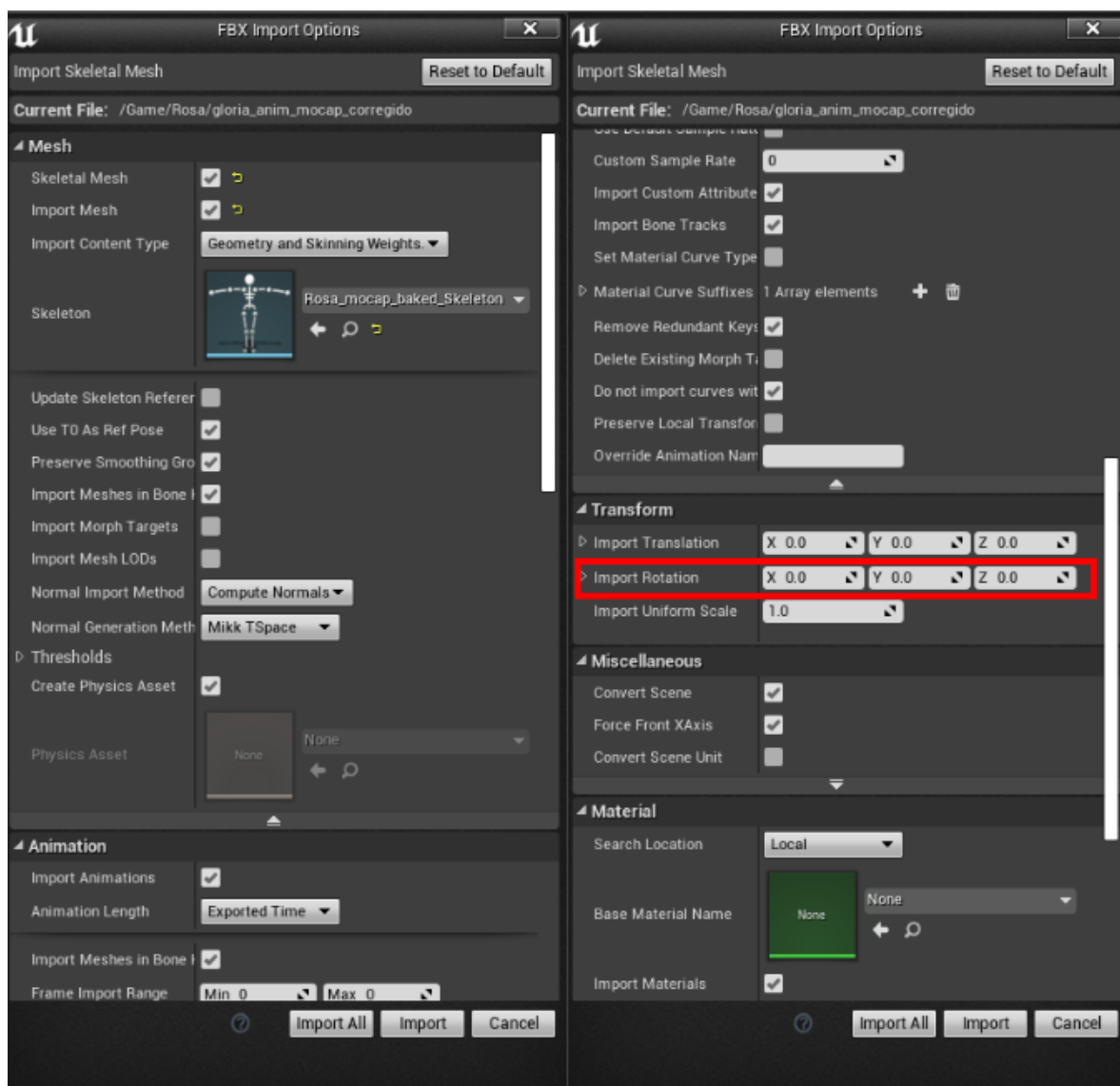


Figura 48. Configuraciones al importar animación y modelo 3D

4.6.1. Importar archivos alembic

Importar archivos alembic no tiene mayor ciencia, pero si se lo hace de manera incorrecta, se puede perder valioso tiempo del proyecto. Para este caso, resultó de gran utilidad importar las faldas en archivos alembic con las configuraciones como si se tratase de un archivo proveniente de *3ds Max*. Puesto que las animaciones duran más de tres minutos, este proceso puede tomar varios minutos.

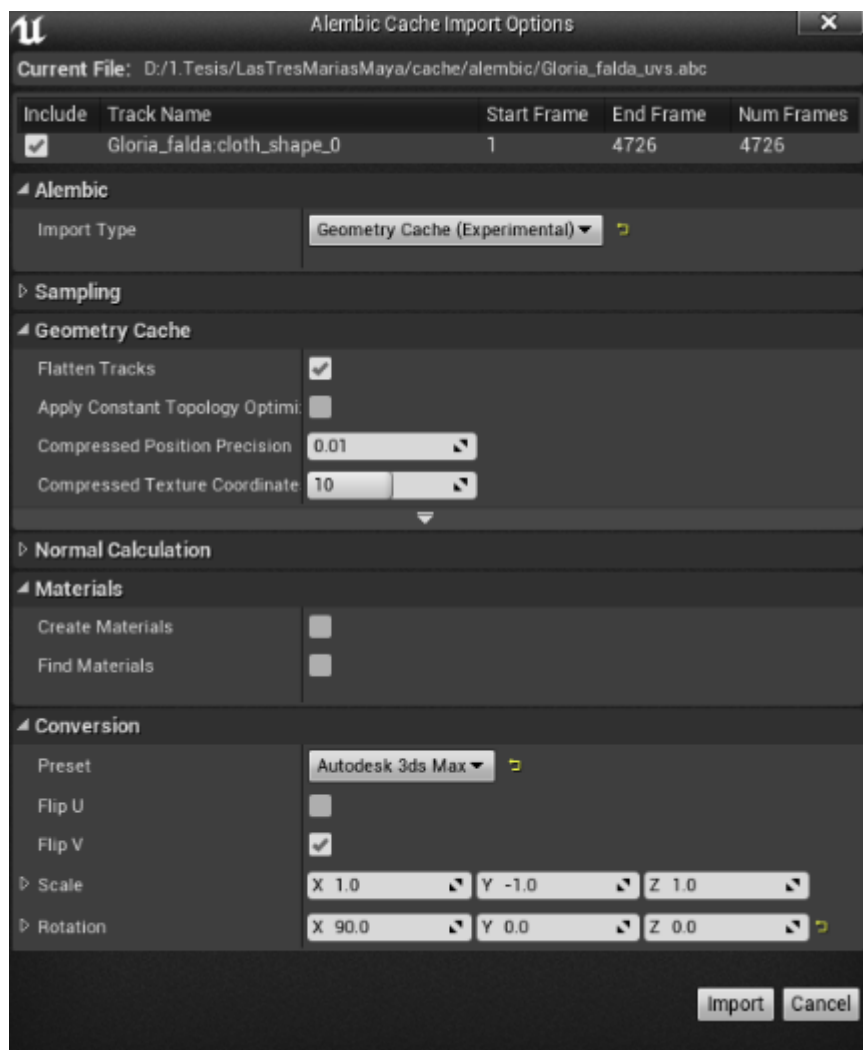


Figura 49. Configuración para importar Alembic en Unreal Engine 4.

4.6.2. Texturas

Una vez se importan todas las texturas exportadas de *Substance Painter*, se debe colocar cada textura en el material correspondiente (ver Figura 50). Como se mencionó en apartados anteriores, existe una textura en la cual tiene en cada canal (RGB) diferentes texturas como *occlusion*, *roughness* y *metallic*. Estos canales deben ser extraídos en el material correspondiente.

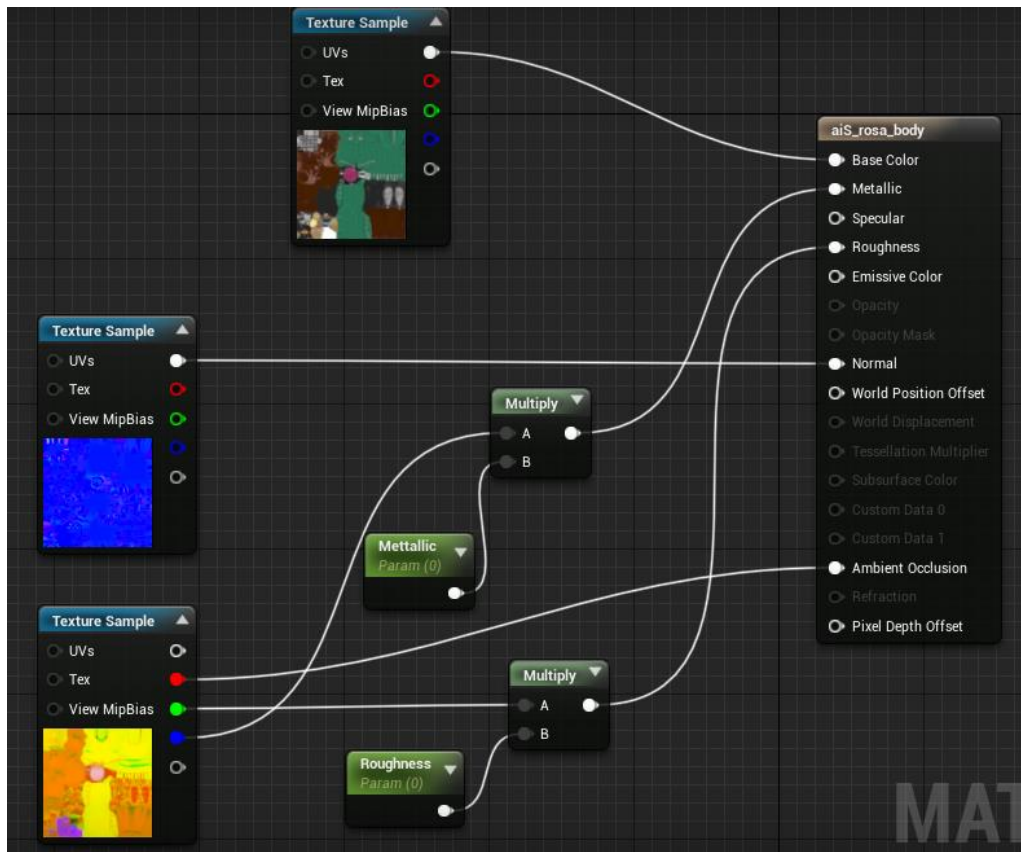


Figura 50. Configuración de texturas en Unreal Engine.

4.6.3. Actor Blueprint Class

Para que la falda y el cuerpo se animen juntos, es necesario crear un *Actor Blueprint Class*, en el cual se añadirá el *Skeletal Mesh* y un componente llamado *GeometryCache*, el cual se trata de la simulación de falda en formato alembic (ver Figura 51).

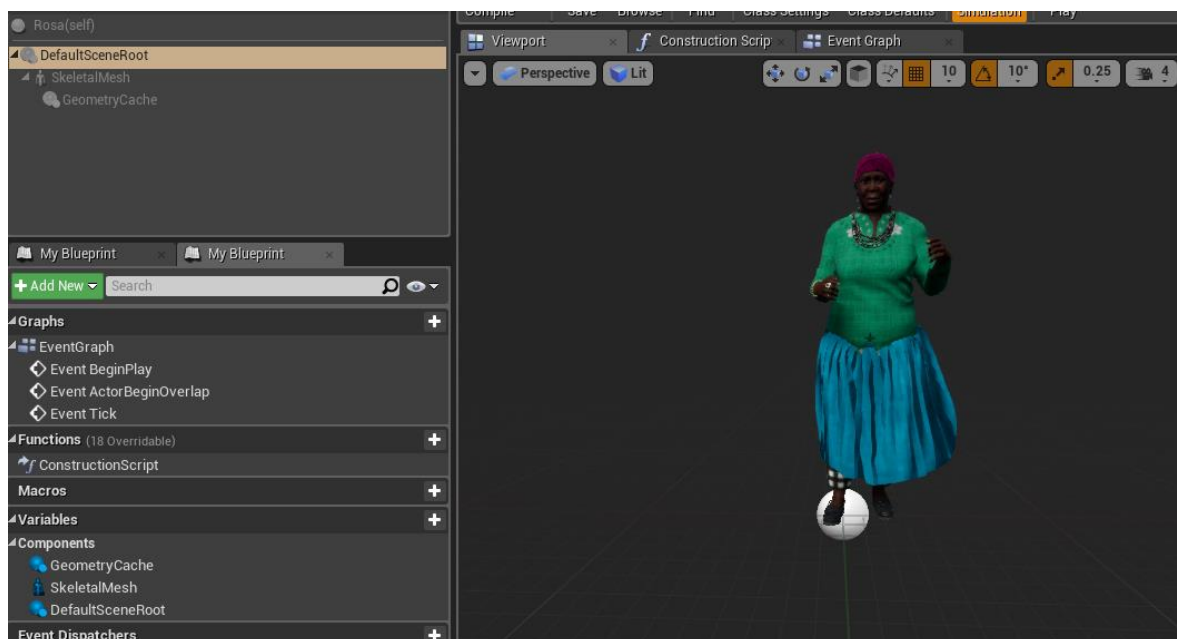


Figura 51. Viewport del Actor Blueprint Class de Rosa.

4.6.4. Level Sequencer

Un *Level Sequencer*, o secuencia de nivel en español, se trata de una opción para crear secuencias cinematográficas o *renders* en la cual se elige qué objetos o actores son los que deben aparecer en esta dicha secuencia.

Para esto, se crea una secuencia y posteriormente una cámara (ver Figura 52). Una vez la cámara se ha creado, se debe realizar un *track*, o un seguimiento a los actores que se requieren en la escena, en este caso tenemos tres actores, Gloria, Rosa y Magdalena, se seleccionan y se agregarán a la secuencia, sin embargo, no tienen animación (ver Figura 53).

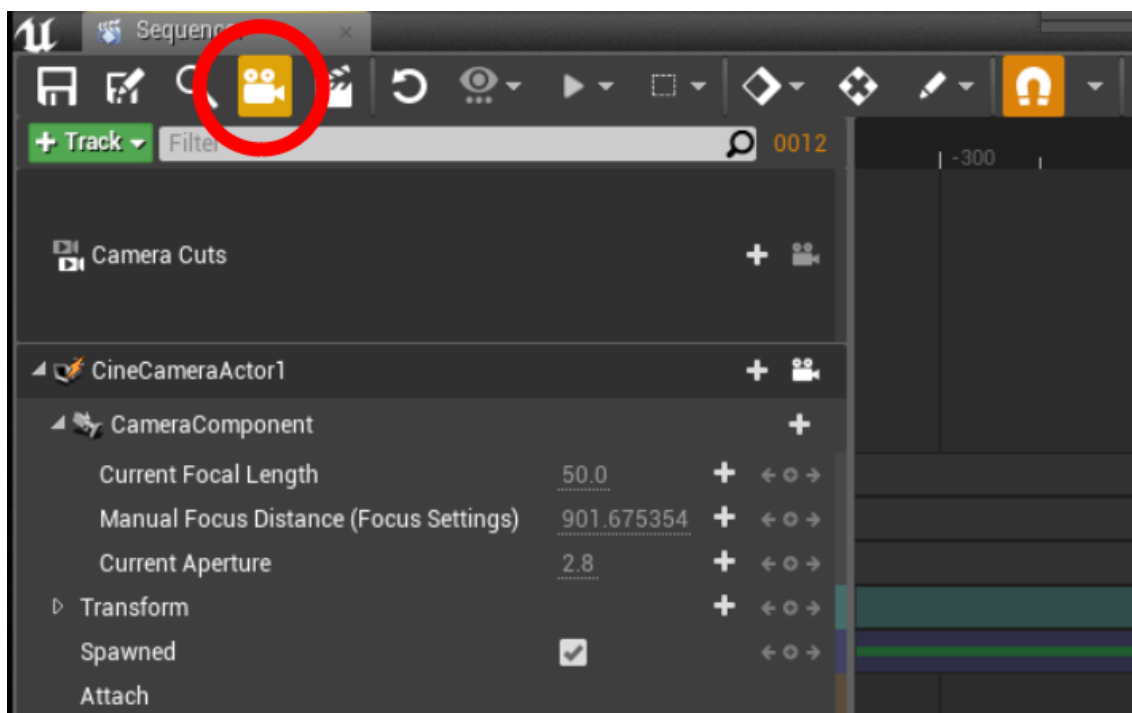


Figura 52. Creación de la cámara.

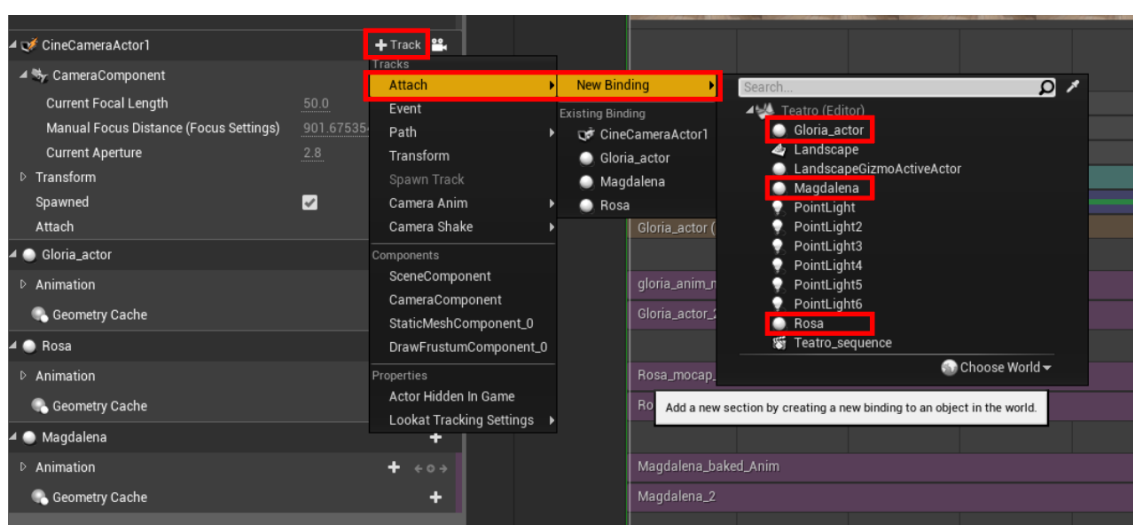


Figura 53. Adjuntar actores a la secuencia de nivel

Cuando los actores han sido agregados, estos carecen de animación, es decir que, si se realiza un *render*, aparecerán completamente estáticos, para esto se realiza otro *track*, esta vez directamente dentro del actor. Las dos opciones importantes, es la animación y la *GeometryCache*, o el archivo alembic de las faldas. Se agregan estos dos y se procede a realizar el mismo ejemplo con los demás actores (ver Figura 54).

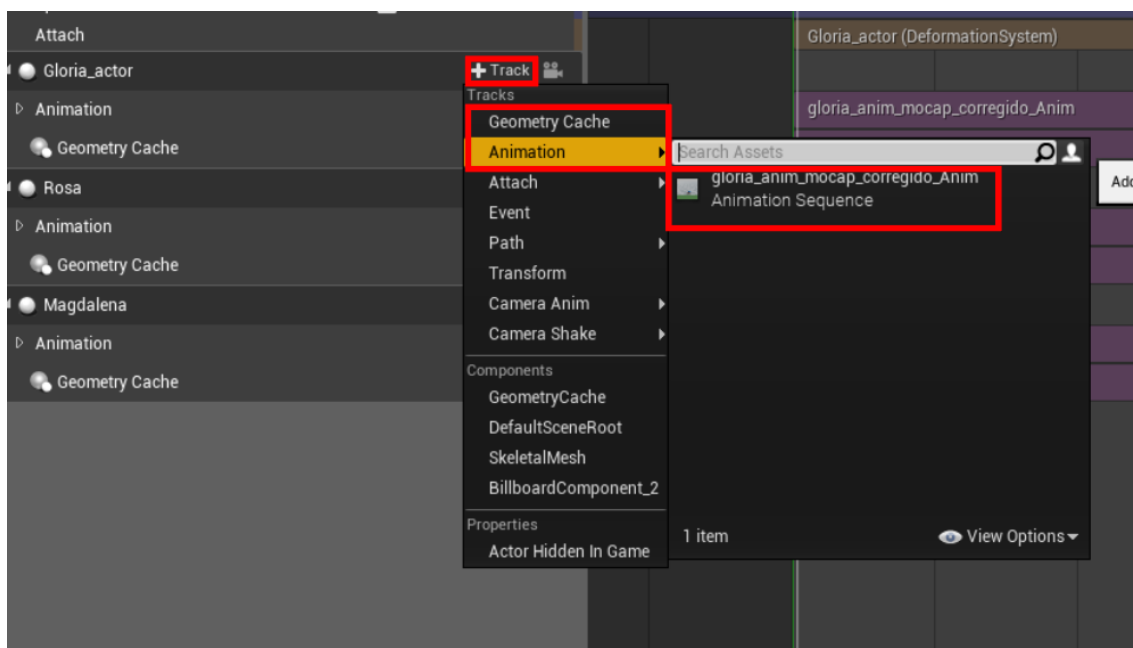


Figura 54. Tracking de animación y falda para la secuencia de nivel.

Realizado todos estos pasos, es cuestión de emparejar los *frames* para que Las Tres Marías bailen al mismo tiempo y finalmente se puede realizar el *render*.

A continuación, unas imágenes del producto final.

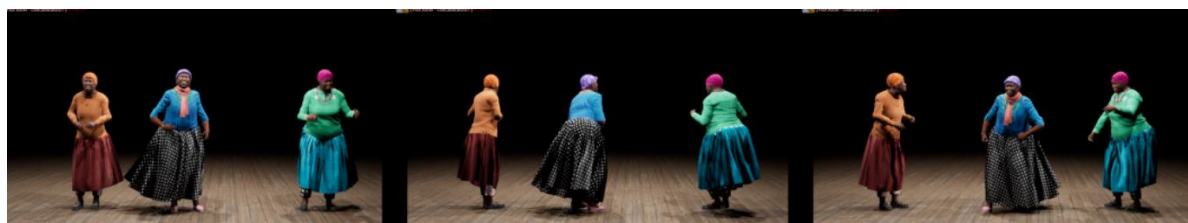


Figura 55. Viewport de Unreal Engine 4 del render final.



Figura 56. Viewport de Unreal Engine 4 con otra angulación del render.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Después de realizar este proyecto, se ha llegado a las siguientes conclusiones.

- Capturar movimiento de personajes considerados patrimonio vivo del Ecuador, significa una forma innovadora de documentar su memoria.
- Se puede lograr una captura de movimiento de buena calidad con dos Kinect a bajo costo, sin embargo, el proceso de corrección es más complejo.
- El proceso más complejo y de mayor tiempo en este proyecto fue la corrección de la captura de movimiento, proceso el cual tomó varias horas por cada integrante del grupo musical.
- Bajo los parámetros de calidad de otras empresas, el resultado obtenido en el proyecto es óptimo y de buena calidad.
- Utilizar únicamente Kinect no permite capturar movimientos de rotación tales como; cabeza, manos, dedos y pies.
- Luego de varias pruebas con diferentes tipos de cuerpos, se concluyó que Kinect no captura mejor el movimiento a personas de contextura delgada.
- No es posible capturar movimientos sumamente pequeños o en los que las extremidades del cuerpo se encuentren muy cercanas a al tórax, caderas o entre sí.

5.2. Recomendaciones

- Para lograr una captura de buena calidad con dos Kinect es importante contar con un espacio de al menos cinco metros cuadrados en el cual no ingrese luz solar.
- Si se desea realizar una captura con cuatro Kinect se debe contar con un espacio aproximado de 10 metros a la redonda para su ejecución.

- Realizar un proyecto con cuatro Kinect puede significar menor tiempo en corrección de la captura obtenida.
- Se recomienda no realizar capturas mayores a un minuto ya que los archivos son sumamente pesados y suele ocurrir mayores errores al momento de capturar movimiento
- Se recomienda capturar por partes un baile, es decir, una coreografía para introducción, cantos y coros, pero no toda la coreografía a la vez.
- Realizar más proyectos que involucren a personajes como Las Tres Marías, ya que, a pesar de que son Patrimonio, muchas veces son olvidadas o no están visibilizadas en la sociedad.
- Se recomienda que el actor o actriz a quien se capture su movimiento, tenga contextura delgada.
- Utilizar ropa pegada al cuerpo ayuda a la mejor interpretación del movimiento.
- Si el movimiento es pequeño o las extremidades deben estar pegadas al cuerpo, se recomienda exagerar la acción y corregir en post producción para juntarlas.
- Si se desea realizar una captura de movimiento en computadores Apple, se recomienda instalar Virtual Windows para su ejecución.

REFERENCIAS

- A history of motion capture. (s.f.). *Xsens 3D Motion Tracking*. Recuperado de <https://www.xsens.com/fascination-motion-capture/>
- Aguas, C. (21 de enero de 2018). Mujeres afrodescendientes del Valle del Chota immortalizadas en esculturas. *El Norte*. Recuperado de <https://www.elnorte.ec/intercultural/mujeres-afrodescendientes-del-valle-del-chota-immortalizadas-en-esculturas-AWEN71615>
- Alivizatou-Barakou, M., Kitsikidis, A., Tsalakanidou, F., Dimitropoulos, K., Giannis, C., Nikolopoulos, S., ... y Grammalidis, N. (2017). Intangible Cultural Heritage and New Technologies: Challenges and Opportunities for Cultural Preservation and Development [Patrimonio cultural inmaterial y nuevas tecnologías: desafíos y oportunidades para la preservación y el desarrollo cultural]. En M. Ioannides, N. Magnenat-Thalmann, y G. Papagiannakis (Eds.), *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage* [Realidad Mixta y Gamificación del Patrimonio Cultural] (pp. 129-158). Doi: 10.1007/978-3-319-49607-8_5
- Andrade, G. (2016). *Las Tres Marías, el alma de Chalguayacu* [Documental]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=XSYPWnlG69bQ>
- Aylward, R., y Paradiso, J. (2016). 2006: SenseMble: A Wireless, Compact, Multi-user Sensor System for Interactive Dance [Un sistema de sensores inalámbrico, compacto y multiusuario para baile interactivo]. En A. Jensenius y M. Lyons (Eds.), *A NIME Reader. Current Research in Systematic Musicology* [Lector de NIME. Investigación actual en musicología sistemática] (pp. 235-253). Nueva York, Estados Unidos: Springer Berlin Heidelberg.
- Boucher, M. (2011). Virtual dance and motion-capture. *FormaMente: Rivista internazionale di ricerca sul futuro digitale*, 6(1-2), 53-78.

- Bravo, D. (17 de mayo de 2018). USD 1,5 millones se invierten para el Museo Nacional del Ecuador. *El Comercio*. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/tendencias/inversion-museo-nacional-ecuador-cultura.html>
- Cabero, J. (2006). *Nuevas tecnologías, comunicación y educación* (Vol. 3). Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Caro, J. L. (2000). Métodos para el cálculo de la erosión costera. Revisión, tendencias y propuesta. *BAGE*, 15.
- Caro, J. L., Luque, A., y Zayas, B. (2015). Nuevas tecnologías para la interpretación y promoción de los recursos turísticos culturales. *PASOS*, (15) Recuperado de: <http://pasosonline.org/en/articles/download/file?fid=57.817>
- Cruz, J. C. (2013). *Representaciones del cuerpo, discursos e identidad del pueblo afroecuatoriano* (Vol. 24). Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>
- Dent, S. (2014). What you need to know about 3D motion capture [Lo que necesitas saber sobre la captura de movimiento 3D]. *Engadget*. Recuperado de <https://www.engadget.com/2014/07/14/motion-capture-explainer/>
- Devindra. (17 de junio de 2017). Xsens body suits are getting even better at motion capture. *Engadget*. <https://www.engadget.com/2017/06/17/xsens-motion-capture/>
- Dobrian, C., y Bevilacqua, F. (2003). Gestural Control of Music Using the Vicon 8 Motion Capture System [Control gestual de música mediante el sistema de captura de movimiento Vicon 8]. *Proceedings of the 2003 conference on New interfaces for musical expression*, 161-163. Recuperado de: <http://music.arts.uci.edu/dobrian/motioncapture/NIME03DobrianBevilacq>

ua.pdf

- Drobny, D., Weiss, M., y Borchers, J. (2009). Saltatel!: A sensor-based system to support dance beginners [Un sistema basado en sensores para apoyar a los principiantes de danza]. *Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA '09*, 39-43. Recuperado de <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1520340.1520598>
- El Gobierno reconoce a 6 músicos como patrimonio vivo del país. (26 de abril de 2013,). *El Telégrafo*. Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/cultura/7/el-gobierno-reconoce-a-6-musicos-como-patrimonio-vivo-del-pais>
- Fabrikante. (2019). *Te voy a contar una historia mágica de la vida real* [Actualización de estado Facebook]. Recuperado de https://www.facebook.com/fabrikante/photos/a.293128390711866/2497777686913581/?type=3&__tn__=-R
- Fabrikante y Las Tres Marías cantan juntos en el álbum «Magdalena». (24 de junio de 2019). *Diario Qué*. Recuperado de <https://www.diarioque.ec/entretenimiento/fabrikante-y-las-tres-marias-cantan-juntos-en-el-album-magdalena/>
- Gmiterko, A., y Lipták, T. (2013). Motion Capture of Human for Interaction with Service Robot [Captura de movimiento humano para la interacción con Service Robot]. *American Journal of Mechanical Engineering*, 1(7), 212-216.
- Godøy, R. I., Song, M., Nymoen, K., Haugen, M. R., y Jensenius, A. R. (2016). Exploring Sound-Motion Similarity in Musical Experience [Explorando la similitud de sonido-movimiento en la experiencia musical]. *Journal of New Music Research*, 45(3), 210-222. Doi: 10.1080/09298215.2016.1184689

- Guerra, G. (2013). Bomba del Chota: Resistencia musical y comunicativa desde el pueblo afroandino. *Enfoques Plurales de la Cultura*. Recuperado de: https://www.academia.edu/4024919/Bomba_del_Chota_Resistencia_musical_y_comunicativa_desde_el_pueblo_afroandino
- INPC. (7 de diciembre de 2015). *Papá Roncón: el patrimonio humano vivo con el que cuenta la Marimba – Ministerio de Cultura y Patrimonio*. Recuperado de <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/papa-roncon-el-patrimonio-humano-vivo-con-el-que-cuenta-la-marimba/>
- INPC. (s.f.a). *FIESTA DE LA MAMA NEGRA O FIESTA DE LA CAPITANÍA*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/fiesta-de-la-mama-negra-o-fiesta-de-la-capitania/>
- INPC. (s.f.b). *FIESTA DE LA FRUTA Y DE LAS FLORES*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/fiesta-de-la-fruta-y-de-las-flores/>
- INPC. (s.f.c). *FIESTA DE LOS SANTOS APÓSTOLES PEDRO Y PABLO, O FIESTA DE BLANCOS Y NEGROS*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/fiesta-de-los-santos-apostoles-pedro-y-pablo-o-fiesta-de-blancos-y-negros/>
- INPC. (s.f.d). *FIESTAS DE SAN PEDRO DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/fiestas-de-san-pedro-del-canton-pedro-moncayo/>
- INPC. (s.f.e). *PASE DEL NIÑO VIAJERO*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/pase-del-nino-viajero/>
- INPC. (s.f.f). *LA MARIMBA Y SUS CONSTITUYENTES*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/la-marimba-y-sus-constituyentes/>
- INPC. (s.f.g). *FIESTA POPULAR DE LOS INOCENTES Y FIN DE AÑO*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/fiesta-popular-de-los-inocentes-y-fin-de-ano/>

- INPC. (s.f.h). *TÉCNICA ARTESANAL DE LA ELABORACIÓN DE MACANAS O PAÑOS DE GUALACEO (IKAT)*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/tecnica-artesanal-de-la-elaboracion-de-macanas-o-panos-de-gualaceo-ikat/>
- INPC. (s.f.i). *LA DIABLADA PILLAREÑA*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/la-diablada-pillarena/>
- INPC. (s.f.j). *LA FIESTA DE LAS OCTAVAS DEL CORPUS CHRISTI O DEL DANZANTE*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/la-fiesta-de-las-octavas-del-corpus-christi-o-del-danzante/>
- INPC. (s.f.k). *CARNAVAL DE GUARANDA*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/carnaval-de-guaranda/>
- INPC. (s.f.l). *TÉCNICAS TRADICIONALES DE NAVEGACIÓN, PESCA Y CONSTRUCCIÓN DE LAS BALSAS ANCESTRALES DEL CANTÓN GENERAL VILLAMIL PLAYAS, PROVINCIA DEL GUAYAS*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/tecnicas-tradicionales-de-navegacion-pesca-y-construccion-de-las-balsas-ancestrales-del-canton-general-villamil-playas-provincia-del-guayas/>
- INPC. (s.f.m). *El Trueque o Cambeo*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/el-trueque-o-cambeo/>
- INPC. (s.f.n). *Los Rucos del valle de los Chillos*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/los-rucos-del-valle-de-los-chillos/>
- INPC. (s.f.o). *Paseo procesional del Chagra de Machachi*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/paseo-procesional-del-chagra-de-machachi/>
- INPC. (s.f.p). *Rituales en la cosecha de cereales: Trigo y cebada en Aloguincho*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/rituales-en-la-cosecha-de-cereales-trigo-y-cebada-en-aloguincho/>

- INPC. (s.f.q). *Usos y saberes tradicionales asociados a la producción de cacao nacional fino de aroma*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/usos-y-saberes-tradicionales-asociados-a-la-produccion-de-cacao-nacional-fino-de-aroma/>
- INPC. (s.f.r). *El Pasillo ecuatoriano*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/el-pasillo-ecuatoriano/>
- INPC. (s.f.s). *“MÚSICAS DE MARIMBA, CANTOS Y DANZAS TRADICIONALES DE LA REGIÓN DEL PACÍFICO SUR COLOMBIANO Y LA PROVINCIA DE ESMERALDAS DE ECUADOR”*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/musicas-de-marimba-cantos-y-danzas-tradicionales-de-la-region-del-pacifico-sur-colombiano-y-la-provincia-de-esmeraldas-de-ecuador-2/>
- INPC. (s.f.t). *EL TEJIDO TRADICIONAL DEL SOMBRERO DE PAJA TOQUILLA ECUATORIANO*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/el-tejido-tradicional-del-sombrero-de-paja-toquilla-ecuatoriano/>
- INPC. (s.f.u). *EL PATRIMONIO ORAL Y LAS MANIFESTACIONES CULTURALES DEL PUEBLO ZÁPARA*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/el-patrimonio-oral-y-las-manifestaciones-culturales-del-pueblo-zapara/>
- INPC. (s.f.v). *INPC lamenta la muerte de María Magdalena Pavón, una de las integrantes del grupo Las Tres Marías*. Recuperado de <http://patrimoniocultural.gob.ec/inpc-lamenta-la-muerte-de-maria-magdalena-pavon-una-de-las-integrantes-del-grupo-las-tres-marias/>
- INPC. (s.f.w). *Este Viernes Homenaje a Las Tres Marías en El Juncal – Ministerio de Cultura y Patrimonio*. Recuperado de <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/este-viernes-homenaje-a-las-tres-marias-en-el-juncal/>

iPiSoft. (s. f.). *User Guide for Dual Depth Sensor Configuration—IPiSoft Wiki*. Recuperado de http://wiki.ipisoft.com/User_Guide_for_Dual_Depth_Sensor_Configuration

iPiSoft. (6 de octubre de 2016). *Customer Highlights*. Recuperado de <http://ipisoft.com/community/customer-highlights/>

Ivis Flies documenta el legado de artistas ecuatorianos que han dedicado su vida a la música. (9 de abril de 2013). *El Telégrafo*. Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/tele/1/ivis-flies-documenta-el-legado-de-artistas-ecuatorianos-que-han-dedicado-su-vida-a-la-musica>

Kozlova, A. (13 de mayo de 2017). Motion capture: What is it? [Captura de movimiento: ¿Qué es?]. *Teslasuit - Full Body Haptic VR Suit* Recuperado de <https://teslasuit.io/blog/motion-capture/motion-capture-what-it-is>

La bomba, símbolo musical que busca ser patrimonio cultural. (5 de abril de 2019). *La Hora*. Recuperado de <https://lahora.com.ec/noticia/1102234156/la-bomba-simbolo-musical-que-busca-ser-patrimonio-cultural>

Ley Orgánica de Cultura. Registro Oficial No. 913, Asamblea Nacional del Ecuador, Quito, Ecuador. (30 de diciembre de 2016).

Menache, A. (2011). *Understanding motion capture for computer animation* [Entendiendo la captura de movimiento para la animación por computador]. Elsevier Science. Recuperado de: <https://books.google.es/books?id=bgtkzx4q88ScC>

Montenegro, H. (2013). *El Ritmo de la Bomba como Patrimonio Cultural en la Legislación Ecuatoriana*. (Tesis de Grado). Universidad Regional Autónoma de los Andes, Tulcán, Ecuador.

Morales, J. (7 de febrero de 2016). La historia de las Tres Marías, un relato que va más allá del Grammy. *El Telégrafo*. Recuperado de:

<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/la-historia-de-las-tres-marias-un-relato-que-va-mas-alla-del-grammy>

Nido Interactive. (s.f.). Fotogrametría MUNA. *Nido Interactive*. Recuperado: <https://nidointeractive.com/proyectos/2-uncategorised/23-fotogrametria-muna>

Ortí, C. B. (2011). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Univ. Val., Unidad Tecnol. Educ*, 951, 1-7.

Pozzi, F., Alivizatou, M., Ott, M., Dagnino, F. M., y Antonaci, A. (2013). *First Report on User Requirements Identification and Analysis*. Doi: 10.13140/2.1.3418.6564

Ramis, M. (1916). El rotoscopio de Max Fleischer. *IDIS*. Recuperado de <https://proyectoidis.org/el-rotoscopio-de-max-fleischer/>

Romaní, J. C. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *Zer: Revista de Estudios de Comunicacion*, 14(27), 295-318.

Rosero, A. (3 de octubre de 2014). Las Tres Marías, historia viva de los pueblos afro. *El Universo*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/vida-estilo/2014/10/03/nota/4058951/tres-marias-historia-viva-pueblos-afro>

Rosero, A. (16 de septiembre de 2018). El grupo Las Tres Marías se queda sin la voz de Magdalena. *El Universo*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/09/16/nota/6954680/grupo-tres-marias-se-queda-voz-magdalena>

Sturman, D. J. (1994). A Brief History of Motion Capture for Computer Character Animation [Breve Historia de la Captura de Movimiento para la Animación de Personajes Computarizados]. *SIGGRAPH94, Course9*.

- Tacuri, C. E. Z., y Mosquera, M. (2018). *La producción audiovisual como medio de difusión de la música nacional*. 3(1), 13.
- TEDx. (29 de junio de 2013). Presentado en *Poetas vs. Zombies es Chanteoma: Fabrikante* at TEDxPenas 2013, Quito, Ecuador. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=5ZmSi3QS6Es>
- Toro, A. (2014). Contrapeso. La video danza o la coreografía de la mirada. *Revista Nexus Comunicación*, (15). Doi: 10.25100/nc.v0i15.726
- Trepp, A. (s.f.). Alice Trepp. Artista, escultura Ecuador. Recuperado de <https://alictrepp.wixsite.com/alictrepp/la-carga>
- Troccli, B. (2014). ¿Por qué coleccionar “De Taitas y De Mamas”? *Radiococoa*. Recuperado de <https://radiococoa.com/RC/50107/>
- UNESCO. (2003). Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y Cultura*, 14.
- UNESCO. (2017). *Fortalecimiento de Capacidades para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial del Ecuador*. Quito, Ecuador: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y Cultura.

ANEXOS

ANEXO 1

LINK A PRODUCTO FINAL DEL PROYECTO

<https://youtu.be/UdIAzY1-PrQ>

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN DE ALAS TRES MARÍAS

"LA PRESERVACIÓN CULTURAL DE LOS GRUPOS ÉTNICOS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA DE CAPTURA DE MOVIMIENTO"

AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN

¿De qué se trata el proyecto?

Recrear con técnicas 3D a las integrantes de Las tres Marías para posteriormente darles animación con la tecnología de captura de movimiento.

¿Por qué es importante realizar este proyecto?

En el Ecuador existen miles de movimientos que caracterizan las diferentes etnias, es importante e innovador el poder recordar a personajes que han generado identidad dentro de las comunidades como es el caso del grupo musical Las tres Marías a través de sus movimientos.

¿Cuál es el requerimiento para este proyecto?

Poder utilizar la imagen de Las tres Marías (María Magdalena, Gloria María Piedad y María Margarita Pavón) para la investigación de este trabajo, así como la recreación de las integrantes en esculturas digitales 3D las cuales posteriormente serán animadas por computador.

¿Tiene fines de lucro este proyecto?

No. Este proyecto es un trabajo de titulación para obtener el título de Licenciado en Multimedia y Producción Audiovisual de la Universidad de las Américas, dicha institución no me provee de ningún financiamiento.

¿En qué etapa está el proyecto?

El proyecto se encuentra en etapa de investigación y recopilación de información.

¿Cuándo se verán resultados?

El trabajo de titulación tiene una duración de un año aproximadamente, en los cuales, los seis primeros meses se destina únicamente a la investigación para el desarrollo del producto y los meses restantes en su elaboración.

¿Es necesaria mi participación activa durante el proyecto?

No. La recreación para las esculturas digitales se realizarán únicamente por fotografías y/o esculturas físicas ya existentes de las integrantes al igual que las animaciones de los movimientos.

¿Qué pasa si dice que SÍ?

Esto me proporciona la libertad de poder utilizar su imagen únicamente para el producto mencionado y con esto, proceder en la etapa inicial de investigación de mi tesis.

¿Qué pasa si dice que NO?

El trabajo de titulación no podría darse en ninguna de sus etapas por ser de suma importancia la utilización de su imagen.

AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN

Chalguayacu, Imbabura 5 de 4 del 2019

1. Yo FRANCISCO ALONSO VEGA CÓRDOVA estudiante de la carrera de Multimedia y Producción Audiovisual de la Universidad de las Américas (UDLA) con cédula de identidad número 1726271800 afirmo respetar la integridad de todas y cada una de las integrantes de LAS TRES MARÍAS como también afirmo que se utilizará la imagen de las integrantes ÚNICAMENTE para fines académicos y de NINGUNA forma se utilizará su imagen o información recolectada para fines comerciales.


Firma

2. Yo Marganta Vega Elena Pavón Julios, integrante del grupo musical LAS TRES MARÍAS, con cédula de identidad número 1001269800 afirmo haber leído el documento detenidamente y se me ha respondido todas mis inquietudes del mismo. Por esta razón si apruebo la utilización de mi imagen para ser esculpida y animada digitalmente con el fin de aportar en el trabajo de titulación del estudiante FRANCISCO ALONSO VEGA CÓRDOVA de la carrera Multimedia y Producción Audiovisual de la Universidad de las Américas (UDLA) con cédula de identidad número 1726271800.


Firma:

3. Yo Gloria Piedad Pavón Delgado, integrante del grupo musical LAS TRES MARÍAS, con cédula de identidad número 100176030 afirmo haber leído el documento detenidamente y se me ha respondido todas mis inquietudes del mismo. Por esta razón si apruebo la utilización de mi imagen para ser esculpida y animada digitalmente con el fin de aportar en el trabajo de titulación del estudiante FRANCISCO ALONSO VEGA CÓRDOVA de la carrera Multimedia y Producción Audiovisual de la Universidad de las Américas (UDLA) con cédula de identidad número 1726271800.


Firma:

4. Nosotras Rosa Matilde Méndez Pavón
integrantes del grupo musical LAS TRES MARÍAS si autorizamos el uso de imagen de
MARÍA MAGDALENA PAVÓN JULIOS para ser esculpida y animada digitalmente con el fin
de aportar en el trabajo de titulación del estudiante FRANCISCO ALONSO VEGA CÓRDOVA
de la carrera Multimedia y Producción Audiovisual de la Universidad de las Américas (UDLA)
con cédula de identidad número 1726271800.

Rosa Méndez

Firma:

C.I: 100142988-3

Soy La Hija

Firma:

C.I:

