

## Colaboración con el SENA en el desarrollo de videojuegos usando tecnología de captura de movimiento

## Cooperation with sena in the development of videogames using movement capture

## Colaboração com o serviço nacional de aprendizado (SENA) para o desenvolvimento de videojogos utilizando a tecnologia de captura de movimento

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Gil Parga, S., Robledo Forero, D. y Figueroa Forero, P. A. (2015). Colaboración con el SENA en el desarrollo de videojuegos usando tecnología de captura de movimiento. *Ingenio Magno*, 6(2), 100-112.

### Sebastián Gil-Parga

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Grupo de Investigación IMAGINE, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia  
[s.gil1002@uniandes.edu.co](mailto:s.gil1002@uniandes.edu.co)

### Daniel Robledo-Forero

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Grupo de Investigación IMAGINE, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia  
[d.robledo61@uniandes.edu.co](mailto:d.robledo61@uniandes.edu.co)

### Pablo Alejandro Figueroa-Forero

Facultad de Ingeniería, Depto. Ingeniería de Sistemas y Computación, Grupo de Investigación IMAGINE, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia  
[pfiguero@uniandes.edu.co](mailto:pfiguero@uniandes.edu.co)

Fecha de recepción: 18 de Agosto de 2015

Fecha de aprobación: 16 de Marzo de 2015

## Resumen

Los equipos de captura de movimiento son herramientas útiles para facilitar y agilizar el trabajo de animación para el desarrollo de proyectos de cine, televisión, videojuegos, entre otros. Esta tecnología suele estar fuera del alcance de muchos proyectos de pequeña o mediana envergadura, ya sea por razones de costo, implementación o capacitación técnica. Para atender estas dificultades, los Tecnoparques del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) ofrecen a empresas e instituciones educativas acceso a su equipo tecnológico, además de proveer el personal capacitado para su manipulación y administración. Muchas empresas que se desenvuelven en el área de medios digitales como los videojuegos pueden verse altamente beneficiadas con un proyecto colaborativo con el SENA. El problema radica en la falta de conocimiento de muchas empresas respecto a las iniciativas de apoyo que el gobierno y el SENA ofrecen a las empresas nacionales de este sector, así como en el hecho de muchas de las empresas interesadas en emprender un proyecto colaborativo no cuentan con los medios ni los conocimientos para diseñar, administrar y ejecutar un proyecto de índole colaborativa con una entidad ajena a ella. Con miras a proponer una solución a estos problemas, a continuación se expone una estrategia de trabajo que permite organizar el acceso a los recursos ofrecidos por el SENA, coordinar los distintos equipos de trabajo que pueden verse involucrados y ejecutar un proyecto de carácter colaborativo.

**Palabras clave:** captura de movimiento, emprendimiento, estrategia de trabajo, videojuegos

## Abstract

Video capture devices are tools used to facilitate and speed up animation work for the development of film, television, and video game projects, among other projects that use digital media. This technology tends to be out of the question for many projects of small or medium importance, whether it be for reasons of cost, implementation, or technical training. It is with a particular focus on addressing these difficulties that the Tecnoparques of SENA (National Learning Service) offer their equipment to companies and educational institutions, in addition to providing personnel trained in its operation and management.

Many companies that get involved in areas of digital media such video games can see themselves as greatly benefiting from a collaboration with SENA. The problems lies, first of all, in the lack of knowledge that many companies have regarding the support initiatives that the government in general, and that SENA in particular, offer to domestic companies in this sector. Additionally, many of the companies interested in undertaking a collaborative project, not only with SENA but with any other company, have neither the means nor the knowledge to design, manage, and execute a project of a collaborative nature with a similar entity. With the goal of proposing a solution to these problems, a work strategy is now presented which allows us to organize access to the resources offered by SENA, coordinate the different work teams that can appear to be involved and execute a collaborative project that is successful both for SENA and the institutions involved. Results of a small test project carried out using the proposed guidelines are also presented.

**Keywords:** motion capture, entrepreneurship, work strategy, videogames

## Resumo

Os equipamentos de captura de movimento são ferramentas úteis para facilitar e acelerar o trabalho de projectos de animação para o desenvolvimento do cinema, televisão e jogos de vídeo, entre outras obras que fazem uso da mídia digital.

Esta tecnologia é muitas vezes fora do alcance de muitos projetos pequenos ou de tamanho médio, seja por razões de custo, implantação ou formação técnica. Com um enfoque particular em atender às dificuldades que os tecnoparques do SENA (Serviço Nacional de Aprendizado) oferecem às empresas e instituições educativas o acesso ao equipamento tecnológico que possuem, além de fornecer mão-de-obra capacitada para sua manipulação e a administração.

Muitas empresas que operam na área de mídias digitais como os videogames podem ser altamente beneficiadas com um projeto colaborativo com o SENA. O problema é que, por um lado, a falta de conhecimento que muitas empresas tem das iniciativas de apoiar o governo em geral, e o SENA em particular, oferece às empresas nacionais do setor. Por outro lado, muitas das empresas interessadas em iniciar um projeto de colaboração, não apenas com o SENA, mas com qualquer outra empresa, não têm os meios ou o conhecimento para conceber, gerir e implementar um projeto de natureza colaborativa com uma entidade externa. A fim de propor uma solução para estes problemas, em seguida, uma estratégia de trabalho para organizar o acesso aos recursos oferecidos pelo SENA, coordenar as diferentes equipes de trabalho envolvidos e executar um projeto de caráter colaborativo que tenha sucesso tanto para o SENA quanto para as instituições. Apresentam-se também os resultados de um pequeno projeto de prova que foi realizado utilizando os alinhamentos propostos.

**Palavras Chave:** captura de movimiento, emprendedorismo, estratégia de trabalho e videojogos.

## 1. Introducción

La tecnología de Motion Capture (MOCAP), o animación por captura de movimiento, es una herramienta de amplia utilidad que permite realizar con relativa facilidad animaciones que involucran movimientos complejos, difíciles o tardíos de lograr en procesos clásicos de animación.

Para el área del desarrollo de videojuegos, es una herramienta de igual utilidad que permite incorporar, en el producto, animaciones con un mayor nivel de realismo y complejidad. Géneros como deportes y juegos de peleas requieren de animaciones complejas del movimiento humano, que son idóneas para la emulación

mediante técnicas de captura de movimiento y que, por el contrario, no encuentran una solución adecuada en medios clásicos de animación.

El principal obstáculo en la implementación de esta tecnología se encuentra en la fuerte inversión en la infraestructura necesaria para poder trabajar, que consta no solo de la adquisición del material tecnológico (*hardware* y *software*), sino también de la adecuación y logística del espacio físico y del personal humano requerido para que todo funcione, además de la integración de estas tecnologías a los procesos de producción en las empresas.

Dados estos impedimentos, el SENA ofrece a empresas e instituciones educativas la posibilidad de trabajar con el equipo de MOCAP y el talento humano que ellos poseen en distintos nodos de la red Tecnoparque, en ciudades como Bogotá, Cali y Medellín. El problema radica en que las empresas que trabajan en áreas afines y que necesitan acceso a tecnología MOCAP, o que podrían beneficiarse al trabajar con ella, no conocen ni la existencia ni los procedimientos necesarios para montar un proyecto colaborativo con el SENA.

Este artículo presenta una estrategia de trabajo para empezar a acercarse a esta tecnología en el contexto del desarrollo de un videojuego; además, propone un flujo de trabajo que facilite la comunicación entre el equipo de diseño y el equipo de programación, que ahorre tiempo y que optimice la culminación de entregables claves.

## 2. Trabajo previo

### A. Proceso básico de captura

Un proyecto de animación puede considerar entrar al proceso de captura de movimiento cuando la animación convencional no puede solucionar los retos planteados, ya sea por cuestiones técnicas, de tiempo o de recursos. Es necesario que el proyecto planteado se vea realmente beneficiado con esta decisión:

- Hay restricciones de tiempo y presupuesto.
- Los objetivos de animación son difíciles de lograr con animación tradicional.
- Se quiere tener un alto nivel de realismo en la animación.

Un proceso común de trabajo con MOCAP puede ser el descrito por Ashish *et al.* (2013): básicamente consta de grabar los movimientos haciendo uso de la tecnología a disposición, para luego refinar y corregir los datos crudos y obtener así las animaciones finales.

El proceso en general toma entre días y semanas, dependiendo de la complejidad de los movimientos. Su éxito recae en gran medida en un óptimo análisis previo del problema, para decidir las metodologías y las herramientas adecuadas para grabar, así como en la valoración de otras decisiones de corte más técnico, como la representación que se utilizará para el esqueleto y los métodos matemáticos para traducir los datos a información de rotación y traslación (Ashish *et al.*, 2013).

Muchas empresas identifican los beneficios de trabajar con tecnología MOCAP, pero no desean o no pueden detenerse en los aspectos más técnicos del proceso. La propuesta de este artículo se centra en organizar los proyectos de tal manera que esta etapa de análisis se vea guiada y beneficiada por la dirección del SENA, con el fin de ofrecer a las empresas la oportunidad de enfocarse principalmente en los retos propios de su proyecto.

### B. Tecnología actual

Un sistema de captura es, en esencia, sencillo; está compuesto principalmente por las cámaras de captura, el sistema de nodos y el *software* necesario para capturar la información de las cámaras (figura 1). El sistema de cámaras puede variar en tamaño de 4 a 120 cámaras de captura; lo más común es una disposición de entre 8 y 24. La diferencia que hay en el número de cámaras radica en balancear la calidad y la complejidad de la captura contra la flexibilidad del sistema.



**Figura 1. Diagrama de un espacio de captura**

Fuente: Optitrack (s. f.).

Según el sistema que se tenga a disposición, los marcadores que cubren el traje pueden ser pasivos o activos. Los marcadores pasivos simplemente son superficies reflectoras, y las cámaras funcionan con tecnología infrarroja para encontrar los puntos donde la luz se refleja. En contraposición, los marcadores activos son LED infrarrojos que las cámaras pueden seguir.

La principal diferencia entre estos dos tipos de marcadores está en el proceso de mantenimiento del material y en los problemas de uso que puedan presentarse. Ambos sistemas pueden tener problemas de oclusión de los marcadores durante la grabación, lo cual ocasiona que el proceso de grabación pueda llegar a dañarse si se pierde la posición de alguno de ellos.

Otros problemas comunes están relacionados con interferencia por fuentes de luz diferentes a la de los marcadores, que lleva a producir un fenómeno de “punto fantasma”. Problemas relacionados con interferencia magnética o con el cableado de los trajes también son comunes. Una evaluación más detallada de la diferencia entre distintos tipos de sistemas puede encontrarse en Puthenveetil *et al.* (2013).

### C. Costos actuales

Cualquier proyecto de animación y desarrollo en 3D requiere de una inversión significativa; eso no excluye a proyectos que involucren MOCAP. Aun así, un proyecto por captura de movimiento cuesta entre un cuarto y la mitad del costo de un proyecto de animación por *keyframes* (Dent, 2014).

El costo actual de un proyecto de MOCAP puede variar sustancialmente dependiendo de la aproximación que se tenga, de los recursos que se estén dispuestos a invertir y de las características propias del proyecto. Elementos como el número de distintas animaciones que se desean crear, si hay uno o más actores involucrados en una animación, la extensión en el tiempo y el nivel de detalle que se quiere capturar influyen en el tipo de tecnología necesaria y en el costo final del proyecto.

RenderDigimania (2015) ofrece, dentro de su sección de CG Insights, una lista de cinco opciones económicas para realizar animación por MOCAP usando diferentes tecnologías, entre las que mencionan el Kinect y las PlayStation Eye Cameras, en conjunto con *software* como Brekel Pro o iPi Motion Capture. Estas soluciones varían en costos desde \$280 hasta \$12.000 dólares.

La idea central se encuentra en analizar las necesidades de calidad, flexibilidad y costos requeridas por el proyecto para adoptar el equipo, así como la estrategia que mejor se acomode. Se han realizado muchos estudios que clasifican, evalúan y comparan diferentes equipos y estrategias de trabajo, que pueden usarse como base para tomar una buena decisión. Un ejemplo de este tipo de estudios puede ser el propuesto por Chadda *et al.* (2011) y el análisis general de Delaney (1998).

### 3. Estrategia de trabajo

#### A. Caracterización del sistema MOCAP

El Tecnoparque del SENA, sede Bogotá, ofrece un sistema de ocho cámaras dispuestas en un espacio dedicado de grabación. Nodos del Tecnoparque en Medellín y Cali ofrecen sistemas muy similares. Los sistemas de ocho o más cámaras pueden rastrear con facilidad los movimientos más complejos que suelen requerir este tipo de proyectos, pero requieren de mayor preparación, y la calibración de la posición de cada cámara es un proceso largo y propenso a errores. El SENA ofrece este espacio con toda la preparación previa y se encarga de su correcto uso y mantenimiento.

El sistema usa marcadores LED activos dispuestos en un único traje; por lo tanto, solo un actor puede estar en grabación al tiempo. El SENA se ocupa de la instalación, el mantenimiento y la disposición del traje, mas no de los actores.

Es recomendable que el proceso de captura sea hecho por un actor o un profesional, en especial si es necesario llevar a cabo movimientos complejos, como en bailes o artes marciales. El proceso de captura de movimiento está supervisado por el personal del SENA, pero es responsabilidad del desarrollador. El SENA dispone del personal capacitado para dirigir el proceso de captura de datos, manejar de forma eficiente el sistema y asistir en caso de presentarse problemas o irregularidades. Es posible observar un pequeño video que muestra

el espacio de grabación y los materiales disponibles en los Tecnoparques en este enlace: <https://youtu.be/u6c22lrFd6o> (SENA Cali, 2015).

#### B. ¿Cuándo usar MOCAP?

MOCAP es una herramienta que facilita muchos aspectos del trabajo de animación en distintos frentes, pero que también ofrece algunos retos y problemas que pueden no beneficiar algún proyecto en particular.

En cuestiones de animación propiamente dichas, MOCAP facilita en gran medida conseguir el efecto del movimiento humano. Si se requiere mostrar o emular dichos movimientos (por ejemplo, animales moviéndose como humanos), hay una ventaja clara en usar MOCAP. Otros tipos de movimientos, como los de animales, también son posibles y facilitan muchos aspectos de la animación, pero requieren de un mayor trabajo logístico.

El espacio es una restricción por considerar al momento de evaluar la alternativa de MOCAP. El rango que provee la tecnología mencionada y las condiciones recomendadas de uso limitan mucho el espacio de uso y captura de datos. Proyectos que involucran desplazamiento a lo largo de grandes áreas (gente corriendo o haciendo deporte, por ejemplo) son mucho más difíciles de capturar y requieren de herramientas mucho más sofisticadas, lo que comienza a escalar el costo del proyecto.

Acciones que requieran de interacción entre varios actores también presentan problemas, incluso para la tecnología actual; de hecho, se pueden obtener mejores resultados si se logran atomizar las acciones y limitarlas a uno o dos actores. Es evidente también que acciones que no respetan las leyes físicas o que simplemente no sean de corte humano (es decir, que un actor no pueda representar) no son aptas para MOCAP.

### C. Descripción de la estrategia

En general, la estrategia de trabajo consiste en planificar y proponer un proyecto de desarrollo dentro del ámbito de las instituciones interesadas, de tal manera que se puedan estudiar los requerimientos, la extensión y los materiales necesarios para su ejecución, y así sacar el mejor y mayor provecho de los recursos ofrecidos por el SENA.

Esta institución no actúa únicamente como arrendataria de la infraestructura tecnológica, sino que está interesada en brindar el apoyo necesario para que el proyecto propuesto obtenga resultados satisfactorios. Por eso, el SENA hace un seguimiento continuo del proyecto, no solo para proveer apoyo técnico, sino para asegurar

que el servicio que están ofreciendo puede acumular una serie de proyectos exitosos.

De acuerdo con lo anterior, proponemos el proceso descrito en la figura 2, que permite a la empresa interesada organizar su cronograma y su flujo de actividades de manera tal que pueda sacar el máximo provecho de esta relación colaborativa con el SENA. Este proceso está pensado para dividir el trabajo en etapas claramente definidas, con responsabilidades tanto de la empresa como del SENA, además de caracterizar tareas específicas que deberían estar en consideración ya sea del equipo de diseño, del equipo de programación o de la producción general del proyecto.

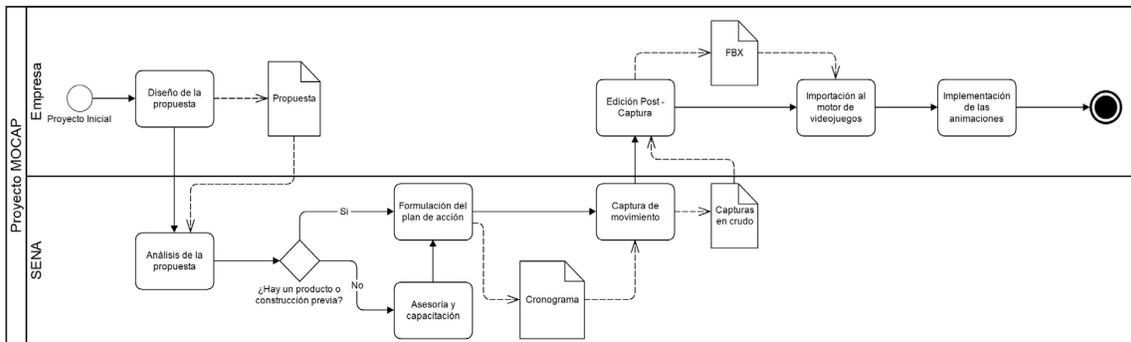


Figura 2. Diagrama BPMN del flujo propuesto

#### 1. Diseño de la propuesta

Es necesario tener una idea clara, bien definida y delimitada del proyecto, así como de los elementos específicos que MOCAP requiere. Como se mencionó previamente, es necesario considerar con cuidado qué actividades se ven realmente beneficiadas con esta aproximación de trabajo, de manera tal que pueda plantearse un itinerario de grabación y producción que tanto la empresa como el SENA puedan seguir y evaluar. Antes de plantearle una propuesta al SENA, es necesario tener una formulación clara del proyecto.

La propuesta consiste básicamente en establecer un contexto claro del proyecto y de sus áreas que pueden beneficiarse con el proceso de captura de movimiento. Esta propuesta puede variar en complejidad dependiendo de la maduración misma del proyecto dentro de la empresa, además del alcance y de los objetivos que pretenden lograrse.

Es totalmente válido presentar una idea general que esté en gestación, para lo cual el SENA puede ser un punto de apoyo para desarrollarla y definir una estrategia de trabajo a largo plazo. También es válido proponer un

proyecto con actividades muy específicas, previamente analizadas y planeadas; allí el SENA actuaría como un facilitador de la tecnología y el conocimiento necesarios para cumplir los objetivos en un plan a corto plazo.

## 2. Análisis de la propuesta

El SENA toma la propuesta formal y la analiza para estipular su validez y factibilidad. Con ello busca determinar la extensión del proceso colaborativo en los plazos antes mencionados. Este análisis también tiene como objetivo identificar el tipo de recursos necesarios, la dedicación horaria del personal humano y de los recursos físicos, además de delimitar las responsabilidades de las partes durante el proceso.

En este punto también se establece con claridad el trabajo preexistente y futuro del proyecto. Idealmente, las etapas previas de conceptualización y diseño de personajes, e incluso de los modelos no animados, ya deberían existir para que el proyecto pueda entrar sin problemas a la etapa de animación.

Si no existe material previo, todas las actividades que preceden al proceso de animación son responsabilidad de la empresa en particular, pero pueden contar con el apoyo logístico y la tutoría del equipo humano del SENA, en especial si el proyecto está concebido desde el principio como una colaboración entre la empresa y esta institución. Esto mismo es válido para otros procesos de desarrollo del proyecto, como el diseño y la construcción de las mecánicas de juego.

## 3. Asesoría y capacitación

El SENA cuenta con muchos recursos pedagógicos y tecnológicos para apoyar la construcción y el diseño de un proyecto multimedia. Si la empresa lo desea, el SENA puede convertirse en un centro de capacitación muy útil en temas de diseño y desarrollo de videojuegos, concepto artístico y animación, entre otros.

Es una estrategia válida pensar en un desarrollo completo del proyecto propuesto usando el apoyo transversal del SENA, en varios aspectos de su construcción. Para esto hay que tener en cuenta la disposición de tiempo y el espacio necesario, al igual que las capacidades pedagógicas y de infraestructura que el nodo en específico del Tecnoparque posea. Es posible conocer más al detalle los servicios disponibles de cada nodo en SENA (2016), en la sección “Nodos/Sedes”.

Asimismo, es necesario tener un mínimo de trabajo completado en el modelamiento de personajes, para poder iniciar de forma efectiva el proceso de captura de movimiento. También hay que entender que el proceso de animación es solo una parte del trabajo propio de la creación de un videojuego, y que es necesario definir y concretar otros elementos una vez se termina el proceso de MOCAP. Estos elementos están por fuera del alcance de este artículo, pero es importante indicar que el SENA puede continuar siendo una fuente importante de cooperación y capacitación.

## 4. Formulación del plan de acción

El siguiente paso es establecer un plan de acción y un cronograma de actividades, bajo la idea de planes a corto y largo plazo. La planificación se enfoca a distribuir a lo largo del espacio de tiempo (de uno a seis meses) las actividades y los entregables necesarios en el diseño y la producción de la captura de datos. El enfoque será siempre mantener el contacto entre el equipo técnico de la empresa, el equipo humano del SENA y la disponibilidad de la infraestructura física.

La planificación de actividades debe tener en cuenta todas las capacitaciones y reuniones de planificación y evaluación que el SENA propone para enriquecer y hacer seguimiento a la empresa interesada. De esta etapa tanto el SENA como la empresa obtienen un diseño y un cronograma de actividades sobre el cual podrán guiarse a lo largo del proceso.

Es necesario que todos los equipos involucrados en el proyecto se encuentren presentes en esta etapa, en función de tener una visión clara del proyecto a lo largo de su ejecución y del papel específico de cada uno. Hay que aclarar que este artículo, a lo largo del proceso, da prevalencia específicamente a los equipos de diseño y de programación en materia de caracterización del trabajo y del tipo de entregables que se esperan generar, pues son los dos frentes más grandes dentro del desarrollo de un videojuego; pero esto no significa que los proyectos deban limitarse únicamente a estos dos papeles.

La planeación de actividades generales deriva en un diseño concreto de las grabaciones por realizar, las fechas y los temas concretos para distintas reuniones, y si se da el caso, las capacitaciones que sean necesarias programar.

En el caso del diseño de las grabaciones, es importante definir rápidamente las acciones específicas que el actor va a realizar, con el objetivo de que las sesiones de grabación sean fluidas y deriven resultados lo más pronto posible.

### 5. *Captura de movimiento*

Una vez se tenga un cronograma establecido, puede comenzar el proceso de captura de movimientos. Estas sesiones se hacen directamente en las instalaciones del Tecnoparque del SENA, sede Bogotá, por ejemplo, en compañía del personal técnico. Por parte de la empresa, es necesario que el equipo de diseño se encuentre presente, además de los actores que van a realizar los movimientos, que también son responsabilidad de la empresa.

Para agilizar el proceso de captura y tener una retroalimentación rápida del proceso, es muy recomendado que los modelos ya existan completa o parcialmente. En específico, se recomienda que la etapa de *rigging*

(asignación del esqueleto a los polígonos del modelo) ya esté culminada (que los modelos estén listos para ser animados), con el fin de que puedan ser exportados a la herramienta de captura de movimiento.

El SENA usa como software base MotionBuilder, de Autodesk, una herramienta muy flexible y poderosa que permite transformar datos de captura de movimientos en animación de forma muy rápida. Es posible importar a la herramienta los modelos previos y ver rápidamente los primeros resultados de la captura de datos. Así se facilita la detección y corrección temprana de errores, y se ahorran tiempo y recursos.

### 6. *Edición poscaptura*

Una gran ventaja en el proceso de captura de movimientos dentro de un proyecto de desarrollo de videojuegos es que no exige una limpieza exhaustiva de los resultados, como sí lo requiere otro tipo de proyectos, donde hay que prestar especial atención a la saturación de *keyframes* que el MOCAP suele hacer de las animaciones. Aun así, es necesario hacer ajustes para obtener una animación final funcional y usable. En específico, es necesario considerar estos aspectos:

- Que no haya oclusiones debido a diferencias de tamaño entre el actor y el modelo, donde partes del cuerpo se atraviesan entre sí.
- Solucionar problemas de torsiones o articulaciones que giran como no es debido o que están en la orientación equivocada.
- Verificar que no haya saltos en la animación o movimientos erráticos, muchas veces debidos a algún error en la toma de datos, por oclusión de algún marcador o por interferencia externa.
- Esta suele ser la etapa más larga y propensa a problemas, y donde mayor participación se necesita del equipo de diseño, pero es crucial para obtener animaciones de buena calidad. En casos extremos, es necesario repetir la captura, ya sea

corrigiendo problemas técnicos de los instrumentos o considerando restricciones en los movimientos del actor.

### 7. Importación al motor de videojuegos

Una vez las animaciones están limpias y listas para ser usadas, es necesario importarlas en el motor de videojuegos de elección. Hay varias consideraciones por tener en cuenta, en especial en el formato por elegir, ya sea nativo o exportado.

Los formatos nativos son los que pertenecen a *software* como Maya, 3D Studio Max, Blender, Modo, etc. Tienen como ventaja que permiten hacer iteraciones rápidas, ya que no hay que exportar cada vez que se hagan cambios. No obstante, estos formatos también ofrecen varias desventajas, como que el *software* desde el cual fue generado el archivo debe estar instalado en la misma máquina donde esté instalado el motor de videojuegos, y los archivos generados pueden llegar a traer información innecesaria que los hace muy grandes. El motor elegido también debe soportar el formato nativo elegido.

Los formatos exportados son representaciones estándares de los modelos y no están ligados a ninguna herramienta en específico. Por ello, son los más recomendables para su uso, en especial los .fbx.

La mayoría de motores de juegos modernos (como Unreal Engine, Unity, etc.) utilizan el formato .fbx para el manejo de sus modelos 3D. Estos ofrecen la ventaja de solo exportar la información que se necesite, además de poder exportar desde el *software* de modelado que el motor de videojuegos no soporte nativamente. En contraposición, puede ser un formato más lento para el prototipado y las iteraciones rápidas, debido a la necesidad de tener que reexportar todo cuando se hagan cambios

### 8. Implementación de las animaciones

Una vez las animaciones han sido importadas al motor de videojuegos, el equipo de programación ya puede usarlas directamente con las herramientas que el motor seleccionado provea. Para mencionar un ejemplo concreto, la herramienta Animator, de Unity, permite manejar varias animaciones que pertenezcan a un mismo modelo, etiquetándolas y controlando su ejecución mediante mapas de flujo de control. Esto permite manejar el flujo de animaciones a lo largo del juego y ligarlo a las acciones del jugador.

En este punto, gran parte del proceso de colaboración por parte del SENA ha acabado; aun así, se pueden seguir obteniendo muchos beneficios. El personal del SENA puede seguir siendo de ayuda después de terminar las etapas de grabación y posproducción, y las empresas, dependiendo del plan de acción formulado a lo largo de las primeras etapas, pueden seguir recibiendo capacitación y asesoría con respecto al desarrollo del proyecto, para llevarlo a término exitosamente.

### 4. Proyecto de prueba

Se propuso al SENA realizar un pequeño proyecto de prueba, con el fin de obtener una primera experiencia del desarrollo del proceso propuesto. Para ello se usaron distintos insumos y equipos de trabajo, específicamente un equipo de diseño y un equipo de programación.

Se usó como base una propuesta previa de un juego tipo Endless Runner, que ya definía en términos generales las mecánicas de juego, la historia y una visión general del arte y el diseño (figura 3).

Esta idea se usó como base para crear la propuesta de proyecto al SENA, con el fin de utilizar el equipo de MOCAP para las animaciones del personaje principal y algunos enemigos. Las animaciones incluían el movimiento de los enemigos a lo largo del mapa y el del personaje principal moviéndose en su montura.

En el análisis de la propuesta se estableció que se usarían como material preexistente los modelos del personaje principal y de los enemigos, con algunas animaciones básicas, además de un proyecto base que

implementaba las mecánicas básicas de un juego tipo Endless Runner. Se estableció también que se usaría Unity como motor de videojuegos, en un cronograma a corto plazo durante un mes de desarrollo.



Figura 3. Ilustración del proyecto base utilizado

En el cronograma se establecieron dos reuniones de corte administrativo, enfocadas a presentar la mecánica de trabajo y los recursos que el SENA ofrecía a los equipos de diseño y programación, al igual que para poner en contacto a los dos equipos.

de captura, pensada en identificar errores y evaluar si una tercera sesión de grabación sería necesaria (que no fue el caso).

Se organizaron dos sesiones para el proceso de captura de movimiento, con una semana de intermedio. En la primera se realizaría la edición de la captura y se evaluarían cambios o ideas para la segunda sesión. Se consideró una semana similar para la segunda sesión

Los resultados se exportaron en formato .fbx, para su uso dentro del proyecto base. Con las animaciones resultantes, este se modificó para obtener el resultado planeado. En la figura 4 es posible ver un diagrama de Gantt, que muestra la distribución planeada de actividades a lo largo del mes de trabajo propuesto.



Figura 4. Distribución de actividades para la captura de movimiento

A partir de la gráfica es posible notar cómo varias actividades se pueden hacer de forma paralela, de manera tal que se aprovechen al máximo los recursos humanos que se tienen a disposición, en un marco de tiempo que puede llegar a ser muy corto.

Igualmente, es posible notar que las actividades de edición son completamente dependientes de las de grabación, y que un retraso en las segundas involucra también alterar las primeras. Aun así, la experiencia con este proyecto nos mostró que una buena comunicación entre los miembros del equipo y una buena planeación de tiempos permite manejar retrasos de forma eficiente. Así, es posible que los equipos pueden empezar a trabajar con el material que ya está listo mientras se termina el trabajo pendiente, en especial con lo que tiene que ver con las sesiones de grabación, que son altamente propensas a retrasos.

El objetivo final del ejercicio se basó en evaluar las estrategias de comunicación, que se tornaron necesarias para coordinar los distintos equipos interesados. En este caso en particular, pertenecían a instituciones distintas y buscaban objetivos distintos con el proyecto.

Se encontró que uno de los elementos más valiosos del proceso es la especificación de las tareas y de los elementos resultantes, lo cual ayuda a organizar de forma sistemática el trabajo por hacer y a establecer metas concretas por cumplir.

Dentro de los elementos que han de mejorarse, uno de ellos es especificar una tarea concreta para establecer los canales de comunicación necesarios entre los equipos de desarrollo y el SENA, y también para los equipos como tal, en especial cuando no pertenecen a la misma institución. Se mencionó también el interés en tener algún tipo de herramienta de seguimiento que facilite a las distintas partes del proyecto verificar el estado de progreso y las actividades pendientes a lo largo del cronograma.

Como retroalimentación al proceso propuesto, se evidenció la necesidad de establecer mayor flexibilidad al momento de organizar las sesiones de grabación. Para nuestro proyecto de prueba particular, las grabaciones —que en un principio se pensaron como una actividad de una única semana— tuvieron que ser ajustadas a dos sesiones distintas de trabajo, debido principalmente a diversos factores propios del manejo de la tecnología MOCAP (recalibraciones, acostumbrarse al material de trabajo, entre otras).

Esta experiencia llevó a la propuesta de hacer de forma simultánea los procesos de edición y las grabaciones faltantes, pues una actividad no interfería con la otra; en cambio, depender de la terminación secuencial de estas tomaba tiempo que podía aprovecharse en trabajo y organización. La lección que se aprendió derivó principalmente en ser conscientes de la volatilidad que conlleva la etapa de grabación; por lo tanto, es importante considerar marcos de tiempo flexibles y estar preparados para manejar eventualidades y retrasos.

Asimismo, se encontró que las estrategias de comunicación son claves, y cabe analizar cómo poder plasmar en el proceso todo lo relacionado —principalmente en cuestiones de tiempo— con la administración de distintos grupos y la comunicación eficaz y constante entre ellos.

## 5. Conclusiones

El SENA ofrece los recursos tecnológicos necesarios para que la industria digital nacional pueda trabajar de forma competitiva y con estándares tecnológicos internacionales. Los retos de infraestructura que se derivan de un proyecto que desea o necesita aprovechar los beneficios de la tecnología de captura de movimiento pueden atacarse a través de una estrategia de trabajo colaborativo que el SENA propone y que se puede adaptar con facilidad al modelo de trabajo de las empresas, de acuerdo con las distintas etapas de trabajo propuestas en este artículo.

La reflexión final apunta a que la empresa nacional puede tener acceso a los recursos necesarios para incentivar proyectos más ambiciosos y con un mayor reto tecnológico. Muchos proyectos exigen mucho más de lo que cada empresa puede ofrecer individualmente; por ello, proponer una estrategia colaborativa es necesario para seguir a flote en un mercado que cambia y evoluciona rápidamente.

La estrategia colaborativa del SENA es un paso enorme para enmarcar otros proyectos que requieran la unificación de esfuerzos, en función de lograr un fin común o fines congruentes. Estudios futuros deben enfocarse a construir y probar un marco de trabajo que permita a distintas empresas, con distintos niveles de habilidad, enfoques y capacidad tecnológica, trabajar conjuntamente en proyectos de mayor envergadura.

## Referencias

Ashish, S., Mukesh, A., Anima, S. y Pankhuri, D. (2013). Motion capture process, techniques and applications. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 1(4), 251-257.

Chadda, A., Wenjuan, Z., Ming, C. y Xiaoqing, F. (2011). Design, implementation, and evaluation of optical low-cost motion capture system. *31st Computers and Information in Engineering Conference*, vol. 2.

Delaney, B. (1998). On the trail of the shadow woman: the mystery of motion capture. *Computer Graphics and Applications*, 18(5), 14-19.

Dent, S. (2014).. What you need to know about 3D motion capture. Recuperado de <http://www.engadget.com/2014/07/14/motion-capture-explainer/>

Optitrack (s. f.). Diagrama de un espacio de captura. Recuperado de [www.optitrack.com/static/img/flex13MocapVolume.png](http://www.optitrack.com/static/img/flex13MocapVolume.png)

Puthenveetil, S., Daphalapurkar, C., Wenjuan, Z., Ming, C., Xiaoqing, F., Alpha, M., Gilpin-Mcminn, J., Wu, P. y Snodgrass, S. (2013). Comparison of marker-based and marker-less systems for low-cost human motion capture. *33rd Computers and Information in Engineering Conference*, vol. 2B.

Pyeong-Gook, J., Sehoon, O., Gukchan, L. y Kyoungchul, K. (2013). A mobile motion capture system based on inertial sensors and smart shoes. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, 136(1).

RenderDigimania. (2015). Affordable mocap for animators. Recuperado de <http://renderdigimania.com/blog/affordable-mocap-for-animators/>

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) (2015, 22 de agosto). Configuración sistema MOCAP. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=u6c22lrFd6o>

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) (s. f.). Red Tecnoparque Colombia. Recuperado de <http://tecnoparque.sena.edu.co/>