

# Definición de las características técnicas de proyectos de animación 2D y 3D. IMS\_A\_1085\_01.

Duración de referencia: 25 horas. Esta unidad aborda las decisiones que convierten una idea o un encargo en un proyecto técnicamente ejecutable: formato, resolución, frecuencia de imagen, pipeline, recursos humanos y tecnológicos, calendario, documentación técnica, legislación, accesibilidad, prevención de riesgos laborales y criterios de entrega.



# 1. Del concepto creativo a la definición técnica.

Todo proyecto de animación nace de una idea: un guion, un concepto visual, una necesidad de comunicación. Pero entre esa idea y el fotograma final hay un paso imprescindible que muchas personas que se inician en este oficio subestiman: la traducción de ese concepto creativo en una definición técnica precisa y compartida por todo el equipo. Esta definición técnica se recoge habitualmente en un documento llamado ficha técnica o especificación de proyecto (en inglés, technical spec o project brief), que fija de manera explícita las condiciones bajo las que se va a trabajar y que, salvo causa justificada, no deben modificarse de forma improvisada a mitad de producción.

La ficha técnica no es un trámite burocrático, sino la base sobre la que se apoyan decenas de decisiones posteriores. Cuando un animador empieza a mover un personaje, cuando una persona de iluminación configura las luces de una escena en 3ds Max o cuando alguien de composición monta la secuencia final, todos ellos están dando por hecho una serie de parámetros: a cuántos fotogramas por segundo se trabaja, qué resolución tendrá la entrega, en qué espacio de color se están viendo los colores en pantalla. Si estos parámetros no se han fijado con claridad desde el principio, o si cambian a mitad de camino sin que todo el equipo lo sepa, aparecen incoherencias que solo se detectan tarde, cuando ya son caras de corregir: planos con distinta velocidad de reproducción, texturas que se ven distintas entre el visor y el render final, o secuencias que no encajan al montarlas todas juntas.

El primer factor que condiciona la definición técnica es el destino del producto, es decir, dónde y cómo va a consumirse el resultado final. No es lo mismo preparar un cortometraje pensado para proyectarse en una sala de cine o para un festival, que una pieza vertical pensada para consumirse en el móvil dentro de una red social, que una cinemática (secuencia de animación no interactiva) integrada en un videojuego, o que una animación que debe combinarse con imagen real rodada con cámara. Cada uno de estos destinos impone requisitos distintos de resolución, relación de aspecto, frecuencia de imagen (fotogramas por segundo o fps), espacio de color, tipo de compresión de la entrega final y duración del producto.

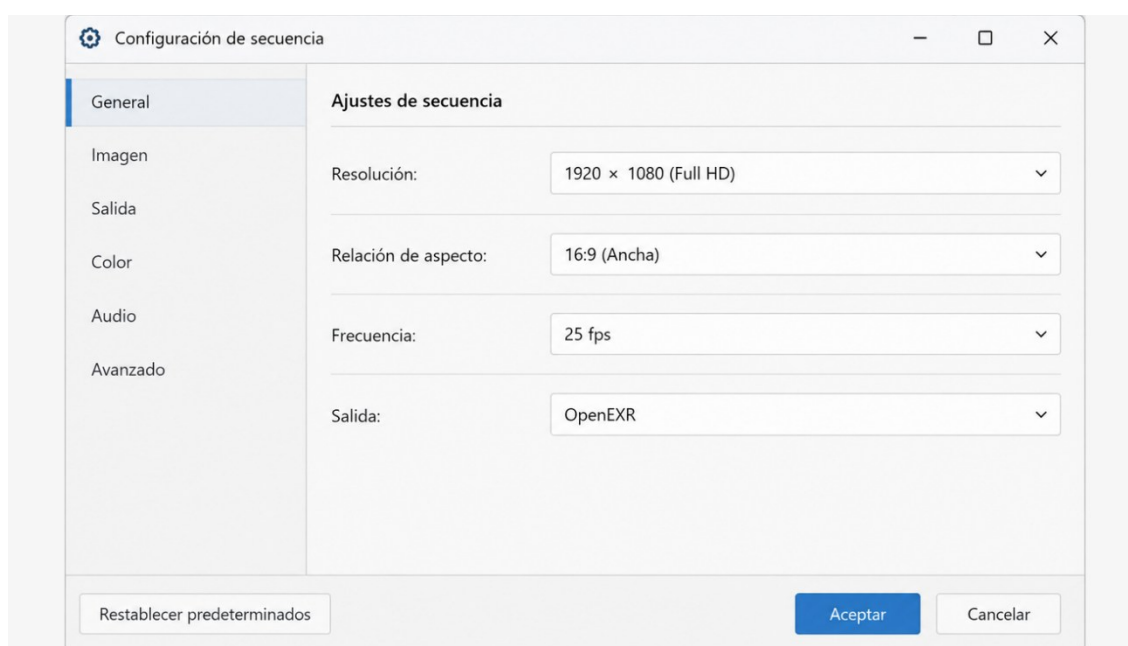
Para entender mejor cómo un mismo concepto creativo puede derivar en especificaciones técnicas completamente distintas, conviene comparar varios destinos habituales.

| Destino del producto                      | Resolución habitual         | Relación de aspecto           | Consideración técnica principal                 |
|-------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Cortometraje para festival</b>         | 1920x1080 o 3840x2160       | 16:9 o cine (1,85:1 / 2,39:1) | Máster de alta calidad, poca compresión         |
| <b>Pieza vertical para redes sociales</b> | 1080x1920                   | 9:16                          | Legibilidad en pantallas pequeñas, ritmo rápido |
| <b>Cinemática de videojuego</b>           | Variable según motor        | 16:9 habitualmente            | Integración con assets en tiempo real           |
| <b>Integración con imagen real</b>        | Igual que el metraje rodado | La del rodaje original        | Coincidencia de fps, color y lente virtual      |

Otro aspecto esencial que hay que interiorizar desde el primer día es que el nivel de flexibilidad de la definición técnica no es el mismo en todas las fases del proyecto. En las primeras etapas, cuando se están probando ideas de puesta en escena, estilo visual o ritmo narrativo, es razonable y hasta deseable permitir cambios rápidos: probar otra relación de aspecto, ajustar la duración de una secuencia o cambiar el enfoque estético de un personaje. Sin embargo, a medida que el proyecto avanza hacia el render final, la tolerancia al cambio se reduce drásticamente, porque cada modificación de un parámetro técnico puede obligar a rehacer trabajo ya validado en fases anteriores: rigs (esqueletos digitales de control de personajes), animaciones, configuraciones de iluminación o cachés de simulación.

**Consejo:** Antes de animar el primer fotograma, comprueba que todo el equipo dispone de la misma versión de la ficha técnica y que esta indica con claridad al menos cinco datos: resolución final, relación de aspecto, fps, espacio de color de trabajo y duración estimada. Un documento compartido y con control de versiones evita que cada persona trabaje con su propia interpretación del proyecto.

En la práctica profesional, esta estabilidad progresiva se gestiona mediante lo que se conoce como congelación de parámetros o lock: se establece un momento del calendario a partir del cual determinados aspectos técnicos (por ejemplo, la resolución de render o el frame rate) dejan de poder modificarse sin pasar por un proceso formal de aprobación que valore el impacto en costes y plazos. Esta disciplina, que puede parecer rígida para quien se inicia en el sector, es precisamente lo que permite que equipos de decenas de personas trabajen en paralelo sin generar incompatibilidades constantes entre sus archivos.



*Panel de configuración de salida con resolución, dimensiones y relación de aspecto del proyecto.*

### **Actividad 1: De la idea al documento técnico.**

Un estudio recibe el encargo de crear una serie de animación de 2 minutos para redes sociales, pensada para verse en formato vertical desde el móvil, y meses después la misma pieza se reutilizará para una proyección en un evento con pantalla grande.

1. Enumera al menos cuatro parámetros técnicos que deberían fijarse en la ficha técnica antes de empezar a animar.
2. Explica qué conflicto técnico puede surgir entre el destino "móvil vertical" y el destino "pantalla grande" si no se planifica desde el inicio.
3. Propón una solución de composición o encuadre que permita servir ambos destinos con el mínimo retrabajo.

## 2. Tipos de productos y público destinatario.

La definición técnica de un proyecto de animación está profundamente condicionada por el tipo de producto que se va a crear y por quién lo va a consumir. No se trabaja igual para una película de cine, que exige coherencia visual sostenida durante minutos u horas y una calidad de imagen pensada para pantalla grande, que para un videojuego, donde buena parte de los recursos de animación no se renderizan de forma tradicional, sino que se preparan como assets (activos digitales: modelos, texturas, animaciones) que un motor en tiempo real como Unreal Engine o Unity tendrá que dibujar decenas de veces por segundo con recursos de cálculo limitados.

En el cine y en los formatos audiovisuales narrativos de larga duración, la prioridad técnica suele ser la coherencia visual y la calidad de la imagen final, ya que el render se calcula una sola vez y se entrega ya terminado. En el videojuego, en cambio, la prioridad se desplaza hacia la eficiencia: un personaje puede tener un límite estricto de polígonos, un número reducido de huesos en su esqueleto o texturas de una resolución concreta, porque todo eso debe calcularse en el propio ordenador o consola del jugador, muchas veces sesenta veces por segundo. Esta diferencia de enfoque —calidad máxima calculada una vez frente a eficiencia sostenida calculada continuamente— es una de las primeras cosas que debe interiorizar quien pasa de trabajar en animación cinematográfica a trabajar en animación para videojuegos, o viceversa.

La publicidad presenta un perfil técnico distinto: los plazos suelen ser muy cortos, a menudo de pocas semanas, y es habitual que un mismo proyecto deba entregarse en varias versiones (distintas duraciones para televisión, redes sociales o cine, distintos idiomas, distintos formatos de aspecto). Esta necesidad de generar múltiples salidas a partir de un mismo material obliga a planificar desde el principio una estructura de proyecto flexible, con planos que puedan recortarse o recomponerse sin perder calidad ni coherencia visual.



Por su parte, el ámbito multimedia (aplicaciones, instalaciones interactivas, contenidos educativos digitales, señalización digital) exige frecuentemente exportar el mismo contenido a varias resoluciones y relaciones de aspecto simultáneamente, ya que no se sabe de antemano en qué dispositivo se va a reproducir. En estos casos, trabajar desde el inicio con un máster de máxima

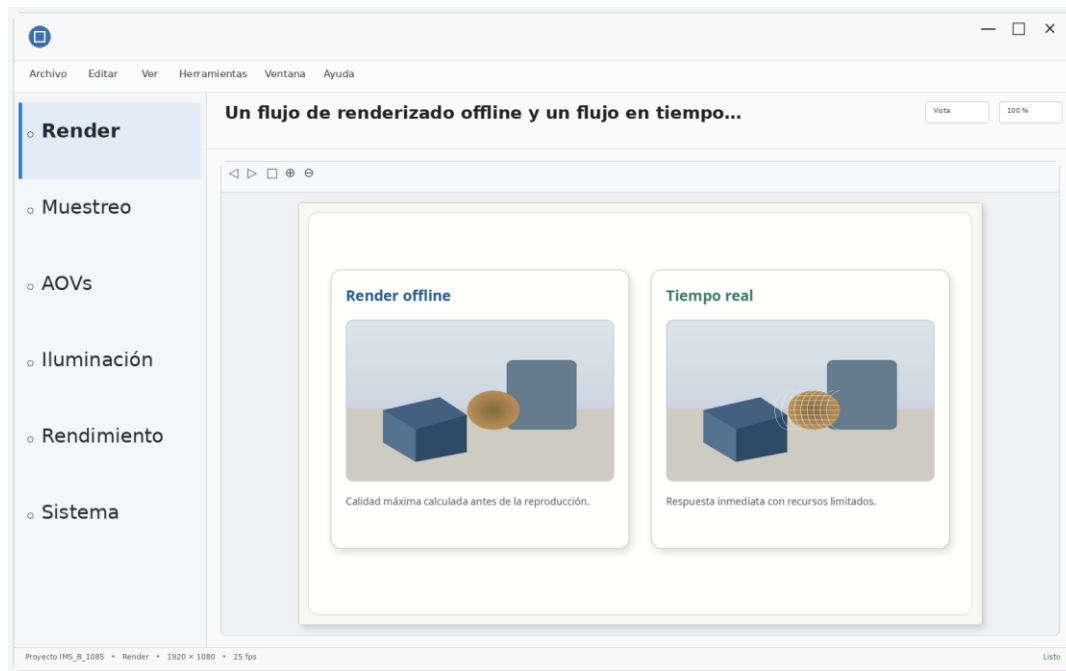
calidad y resolución permite generar después, mediante procesos automatizados, todas las variantes necesarias sin perder definición.

Para caracterizar correctamente cualquier proyecto de animación antes de empezar a definir sus aspectos técnicos, conviene repasar de forma sistemática una serie de criterios.

- Destino final del producto: cine, televisión, redes sociales, videojuego, instalación, uso corporativo o educativo.
- Duración total y número aproximado de planos o escenas.
- Técnica de animación empleada: 2D digital, 3D, stop motion o técnicas mixtas que combinan varias de ellas.
- Público destinatario y condiciones de consumo: edad del público, si se ve en pantalla grande o pequeña, con sonido o sin él, de forma pasiva o interactiva.
- Nivel de realismo buscado: desde el estilo cartoon muy estilizado hasta el fotorrealismo.
- Plazo de entrega, presupuesto disponible y tamaño y experiencia del equipo.

**Ejemplo:** Un estudio recibe dos encargos en paralelo: una serie infantil en 2D de estilo muy plano para una plataforma de streaming, y un anuncio de coche fotorrealista en 3D para televisión. Aunque ambos son "animación", los equipos, el software, los tiempos de render y hasta el perfil profesional de los animadores necesarios son radicalmente distintos. Mezclar criterios de un proyecto en el otro (por ejemplo, aplicar tiempos de render de televisión fotorrealista a la serie infantil) llevaría a sobrecostes innecesarios.

Estos criterios no son un simple ejercicio académico: son la base sobre la que se toman después decisiones muy concretas de software y hardware. Por ejemplo, un proyecto con un nivel de realismo muy alto y destino cine probablemente necesitará un motor de render físicamente correcto como Arnold, tiempos de cálculo largos por fotograma y un equipo de iluminación experimentado; un proyecto para videojuego, en cambio, priorizará la optimización de geometría y materiales compatibles con el motor en tiempo real elegido, y buena parte del "aspecto final" se resolverá mediante shaders (programas que definen el aspecto de un material) optimizados en lugar de mediante render offline.



*Comparación entre un flujo de renderizado offline y un flujo en tiempo real según las necesidades del producto final.*

## Actividad 2: Caracterización de proyectos.

Se presentan tres encargos: (a) una serie de animación infantil en 2D para televisión, (b) los personajes secundarios de un videojuego de aventuras en 3D, y (c) un anuncio publicitario fotorrealista en 3D de treinta segundos para varias plataformas.

1. Para cada encargo, indica la técnica de animación más adecuada y el nivel de realismo esperado.
2. Señala qué encargo tiene previsiblemente el plazo más corto y por qué.
3. Explica qué encargo exige mayor optimización de geometría y por qué motivo técnico.

### 3. Resolución, relación de aspecto y frecuencia de imagen.

Tres de los parámetros técnicos más básicos, y a la vez más determinantes, de cualquier proyecto de animación son la resolución, la relación de aspecto y la frecuencia de imagen. Comprenderlos bien desde el principio evita errores que después resultan muy costosos de corregir.

La resolución es el número de píxeles (los pequeños puntos de color que forman una imagen digital) que tiene la imagen, expresado normalmente como ancho por alto: por ejemplo, 1920x1080 significa 1920 píxeles de ancho por 1080 de alto. Cuanta más resolución, más nivel de detalle puede mostrarse, pero también más memoria ocupan los archivos y más tiempo de cálculo requiere el render, ya que el motor tiene que calcular el color de cada uno de esos píxeles.

La relación de aspecto, en cambio, es la proporción entre el ancho y el alto de la imagen, independientemente del número exacto de píxeles. Es fundamental entender que dos resoluciones distintas pueden compartir la misma relación de aspecto: por ejemplo, 1920x1080 (conocida como Full HD) y 3840x2160 (conocida como 4K o Ultra HD) comparten ambas la relación de aspecto 16:9, aunque la segunda tenga cuatro veces más píxeles totales que la primera. Esto significa que se puede aumentar la resolución de un proyecto sin cambiar su encuadre ni su composición, simplemente calculando más detalle dentro del mismo marco proporcional.

| Resolución                 | Relación de aspecto  | Uso habitual                              |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------------------|
| <b>1280x720 (HD)</b>       | 16:9                 | Previsualizaciones, web de baja exigencia |
| <b>1920x1080 (Full HD)</b> | 16:9                 | Televisión, web, entregas estándar        |
| <b>3840x2160 (4K/UHD)</b>  | 16:9                 | Cine digital, entregas de alta gama       |
| <b>1080x1920</b>           | 9:16                 | Redes sociales, formato vertical móvil    |
| <b>2048x858 aprox.</b>     | 2,39:1 (Cinemascope) | Cine con formato panorámico               |

El tercer parámetro esencial es la frecuencia de imagen o frame rate, expresado en fotogramas por segundo (fps): el número de imágenes fijas que se muestran cada segundo para generar la sensación de movimiento continuo. Los valores más habituales en animación son 24 fps (estándar tradicional de cine), 25 fps (estándar de televisión en el sistema PAL usado en Europa), 30 fps (habitual en contenidos web y algunos formatos de televisión) y 60 fps (usado en videojuegos y en contenidos donde se busca un movimiento especialmente fluido, como deportes o animación muy dinámica). Este valor debe fijarse obligatoriamente al inicio del proyecto, porque afecta a la forma en que se genera cada animación: un movimiento clave animado pensando en 24 fps no se traduce automáticamente y sin ajustes a 30 fps sin alterar la percepción de velocidad y fluidez.

**Sabías que...:** El estándar de 24 fps en el cine no responde a ningún motivo estético superior, sino a un compromiso histórico de los años veinte del siglo pasado entre calidad de imagen percibida y coste de la película fotográfica, que era un material caro. Ese estándar se ha mantenido por costumbre y compatibilidad, y hoy convive con formatos de mayor frecuencia que buscan una sensación de movimiento más nítida.

Una conclusión importante que conviene interiorizar es que no existe una resolución "universal" ni un fps "correcto" en abstracto: la elección depende siempre de las condiciones de entrega del proyecto concreto, del destino final y de las plataformas donde se va a distribuir el contenido. Por este motivo, una práctica profesional muy extendida consiste en trabajar con un máster robusto, es decir, generar internamente el proyecto con una resolución y una calidad superiores a las necesarias para la entrega mínima prevista, de forma que ese máster pueda derivar después, mediante reescalado o recorte, en varias salidas distintas (por ejemplo, una versión en 4K para cine y otra en Full HD para plataformas de streaming) sin necesidad de rehacer el render desde cero.



*Configuración de la frecuencia de imagen, un parámetro que debe fijarse antes de comenzar a animar.*

### Actividad 3: Cálculo de resolución y proporción.

Un proyecto debe entregarse en dos formatos: uno para cine a 3840x2160 y otro derivado para redes sociales en formato vertical.

1. Calcula la relación de aspecto exacta de 3840x2160 y exprésala en su forma simplificada.
2. Indica si es posible obtener el formato vertical simplemente recortando la imagen de 3840x2160, o si requiere una recomposición del encuadre.
3. Propón, a partir de este caso, una recomendación general para planificar encuadres en proyectos con múltiples salidas de aspecto distinto.

## 4. Formatos de trabajo, reproducción, almacenamiento y exhibición.

Un proyecto de animación genera, a lo largo de su vida, muchos tipos distintos de archivo, y es habitual que quien se inicia en el sector confunda conceptos que en realidad son independientes entre sí. Conviene distinguir con claridad los formatos de escena (los archivos propios del programa de creación, como los .max de 3ds Max, que guardan toda la información editable del proyecto), los formatos de intercambio (pensados para transferir geometría, animación o materiales entre programas distintos, como FBX, Alembic o USD), los formatos de imagen fija (como PNG, TIFF o EXR), los formatos de secuencia de imágenes (una carpeta con muchos archivos de imagen numerados correlativamente que, reproducidos en orden, forman una animación), los formatos de vídeo (que empaquetan la animación completa en un único archivo, como MP4 o MOV) y los formatos de audio (WAV, MP3 y similares).

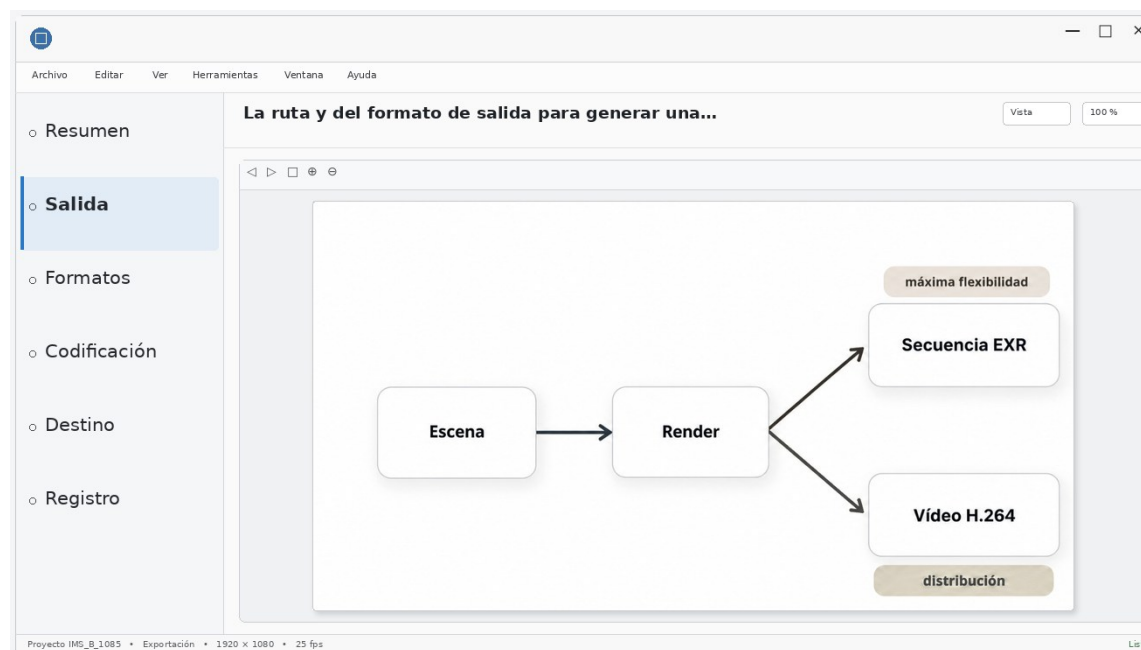
Otro concepto que suele generar confusión es la diferencia entre contenedor y códec. El contenedor es el "envoltorio" del archivo, que define su extensión (por ejemplo, .mp4 o .mov) y qué tipo de datos puede almacenar (vídeo, audio, subtítulos, metadatos), mientras que el códec es el método concreto usado para comprimir y descomprimir la imagen o el sonido dentro de ese contenedor (por ejemplo, H.264, H.265 o ProRes). Un mismo contenedor .mov puede alojar internamente distintos códecs, y esto es precisamente lo que a veces provoca que un archivo .mov se reproduzca perfectamente en un ordenador y dé error en otro: el contenedor es compatible, pero falta el códec instalado para descomprimir su contenido.

| Tipo de formato              | Ejemplos habituales | Función principal                              |
|------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|
| <b>Escena</b>                | .max, .blend, .maya | Guardar el proyecto editable completo          |
| <b>Intercambio</b>           | FBX, Alembic, USD   | Transferir geometría/animación entre programas |
| <b>Imagen fija/secuencia</b> | PNG, TIFF, EXR      | Guardar cada fotograma de forma independiente  |
| <b>Vídeo</b>                 | MP4, MOV, MXF       | Empaquetar la animación completa reproducible  |
| <b>Audio</b>                 | WAV, MP3, AIFF      | Almacenar y reproducir sonido                  |

En la fase de render, es una práctica profesional muy consolidada generar secuencias de imágenes en lugar de un archivo de vídeo directamente. La razón es puramente práctica: si el render de una secuencia de 500 fotogramas se interrumpe por un fallo del equipo en el fotograma 320, trabajando con secuencia de imágenes basta con reanudar el cálculo desde ese punto exacto, mientras que un archivo de vídeo interrumpido a media generación queda inservible y debe recalcularse por completo. Además, la secuencia de imágenes permite sustituir fotogramas concretos de forma selectiva —por ejemplo, si se detecta un error de iluminación solo en cinco fotogramas de los quinientos— sin necesidad de rehacer todo el render.

**Curiosidad:** El formato OpenEXR, desarrollado originalmente por Industrial Light & Magic y ampliamente adoptado en la industria del cine y la animación, permite guardar no solo el color de cada píxel, sino también un alto rango dinámico (muchacha más información de luces y sombras que la que puede mostrarse en una pantalla convencional) y múltiples canales adicionales en un mismo archivo: profundidad, identificadores de objeto, normales de superficie o pases de iluminación separados. Esto convierte al EXR en el formato preferido para el render final que después se llevará a composición, porque conserva el máximo de información posible para ajustar la imagen sin perder calidad.

Por último, es fundamental no confundir los formatos de entrega comprimidos —pensados para distribuir el producto final al público, con tamaños de archivo razonables y códecs eficientes como H.264 o H.265— con el máster del proyecto. El máster debe conservarse siempre en la mayor calidad posible, idealmente sin compresión con pérdida o con una compresión mínima, precisamente porque los formatos de entrega comprimidos degradan la imagen de forma irreversible: si en el futuro se necesita generar una nueva versión, reeditar el proyecto o entregarlo en un formato distinto, partir de un archivo ya comprimido añadiría una pérdida de calidad adicional sobre otra pérdida ya existente.



*Configuración de la ruta y del formato de salida para generar una secuencia de imágenes o un archivo de vídeo.*

#### Actividad 4: Formatos según su función.

Relaciona cada situación con el tipo de formato más adecuado entre estas opciones: formato de escena, formato de intercambio, secuencia de imágenes EXR, formato de vídeo comprimido.

1. Enviar la animación de un personaje desde 3ds Max a un programa de composición distinto.
2. Guardar el render final antes de componerlo, conservando el máximo de información de luz posible.
3. Publicar la versión final del cortometraje en una plataforma de vídeo online.
4. Continuar trabajando en la escena completa al día siguiente desde el mismo programa.

## 5. Pipeline y cronología de producción.



El término pipeline (literalmente, "tubería" o "conducto") se utiliza en animación para describir el conjunto ordenado de procesos, herramientas, archivos y responsabilidades que transforman una idea inicial en un producto audiovisual terminado. Pensarlo como una tubería es útil porque ayuda a visualizar dos ideas clave: que el trabajo fluye en una dirección general (de lo conceptual a lo técnico, de lo aproximado a lo definitivo) y que, si en algún punto del recorrido se produce un atasco o una fuga (un error, un retraso, un archivo mal entregado), todo lo que viene después se ve afectado.

De forma general, cualquier producción audiovisual se organiza en tres grandes bloques cronológicos: la preproducción (donde se definen la historia, el estilo visual, el guion técnico y las especificaciones establecidas en los epígrafes anteriores), la producción (donde se genera el contenido propiamente dicho) y la postproducción (donde se pule, compone y finaliza el resultado). En un proyecto de animación en 3D, la fase de producción se subdivide a su vez en una cadena de disciplinas especializadas que conviene conocer bien porque cada una depende de la anterior.

- Layout, donde se colocan cámaras, personajes y elementos principales en el espacio 3D para definir la puesta en escena de cada plano.
- Modelado, donde se construye la geometría tridimensional de personajes, atrezzo y entornos.
- Rig, donde se dota a los modelos de un esqueleto de control y de los sistemas necesarios para poder animarlos.
- Animación, donde se da movimiento a los personajes y elementos siguiendo el guion técnico.
- Texturizado, donde se define el aspecto de las superficies mediante materiales y mapas de color, rugosidad u otras propiedades.
- Iluminación, donde se colocan las fuentes de luz y se ajusta la atmósfera de cada plano.
- Efectos, donde se generan simulaciones como fuego, agua, tela o partículas cuando el proyecto lo requiere.
- Render, donde el motor de render calcula la imagen final de cada fotograma a partir de toda la información anterior.
- Composición, donde se combinan los distintos pases de render, se corrige el color y se añaden ajustes finales antes del máster.

Es fundamental comprender que estas fases no siempre son estrictamente secuenciales: algunas pueden trabajarse en paralelo (por ejemplo, mientras un equipo texturiza un personaje, otro puede estar modelando un escenario distinto), mientras que otras son bloqueantes, es decir, no pueden empezar hasta que la fase anterior alcance un determinado grado de estabilidad. El rig, por ejemplo, no puede completarse de forma fiable hasta que el modelado esté prácticamente cerrado, porque cambios importantes en la geometría del personaje obligarían a rehacer buena parte del trabajo de esqueleto.

Precisamente para gestionar estas dependencias, los estudios de animación trabajan con hitos de aprobación (en inglés, milestones), momentos formales del calendario en los que una parte del trabajo se considera suficientemente estable como para que otras disciplinas puedan apoyarse en ella con seguridad.

- Bloqueo de cámara (camera lock): el encuadre y el movimiento de cámara de un plano se consideran definitivos.
- Publicación de geometría o de rig (asset publish): el modelo o el esqueleto de un personaje pasa a estar disponible de forma estable para el resto del equipo.
- Animación aprobada: el movimiento de un plano queda validado y no debería sufrir cambios de fondo.
- Iluminación validada: la atmósfera lumínica de un plano se aprueba antes de lanzar el render final.
- Render final: se calcula la imagen definitiva de cada fotograma.
- Composición y máster: se ensamblan todos los elementos y se genera el archivo final de entrega.

**Ejemplo:** En un estudio mediano, el equipo de iluminación empieza a trabajar sobre un plano en cuanto la animación alcanza el hito de "aprobada", aunque la fase de efectos (por ejemplo, una simulación de humo) aún no esté terminada del todo, porque ambos departamentos pueden avanzar en paralelo usando una versión provisional del efecto (llamada previz o placeholder) que se sustituirá más adelante por la versión definitiva sin bloquear el resto del trabajo.

Gestionar bien esta cronología requiere, además, una asignación clara de responsabilidades: quién puede modificar cada archivo, quién debe aprobar cada hito y a través de qué sistema se comunican los cambios (habitualmente un software de gestión de producción o un sistema de seguimiento de tareas). Sin esta disciplina, es fácil que dos personas trabajen sobre versiones distintas del mismo archivo sin saberlo, generando duplicidades y errores que después son muy costosos de detectar y corregir.



*Organización jerárquica de una escena, útil para mantener ordenados cámaras, personajes, luces y recursos.*

### Actividad 5: Dependencias del pipeline.

Un estudio va a producir un cortometraje en 3D con varios personajes y un escenario complejo con simulación de agua.

1. Ordena las siguientes fases según su dependencia lógica: animación, render, rig, iluminación, modelado.
2. Indica qué fases podrían trabajarse en paralelo sin generar conflictos y cuáles son claramente bloqueantes.
3. Propón dos hitos de aprobación que este proyecto debería fijar antes de lanzar el render final.

## 6. Dimensionado de hardware y software.

Definir las características técnicas de un proyecto de animación no consiste solo en fijar parámetros de imagen, sino también en decidir qué equipos y qué programas van a poder sostener ese proyecto de forma realista. Este proceso se conoce como dimensionado y afecta tanto al hardware (los componentes físicos del ordenador) como al software (los programas y sus versiones).

Dentro del hardware, cuatro componentes son especialmente relevantes para el trabajo de animación 3D. La CPU (unidad central de procesamiento) resulta clave para tareas como las simulaciones físicas, algunos cálculos de render por CPU y, en general, la fluidez del programa de creación al manipular escenas complejas. La GPU (unidad de procesamiento gráfico, o tarjeta gráfica) es fundamental para la visualización interactiva en el viewport (la ventana de trabajo 3D) y, en motores de render compatibles, también puede acelerar el propio cálculo del render. La RAM (memoria de acceso aleatorio) determina cuántos datos —geometría, texturas, cachés de simulación— puede manejar el equipo sin ralentizarse; escenas con mucha geometría o texturas de alta resolución pueden consumir cantidades muy elevadas de memoria. Por último, el almacenamiento, especialmente si es de tipo SSD (unidad de estado sólido, mucho más rápida que un disco duro tradicional), afecta directamente a la velocidad de carga de escenas, texturas y cachés, así como a la velocidad de escritura del render.

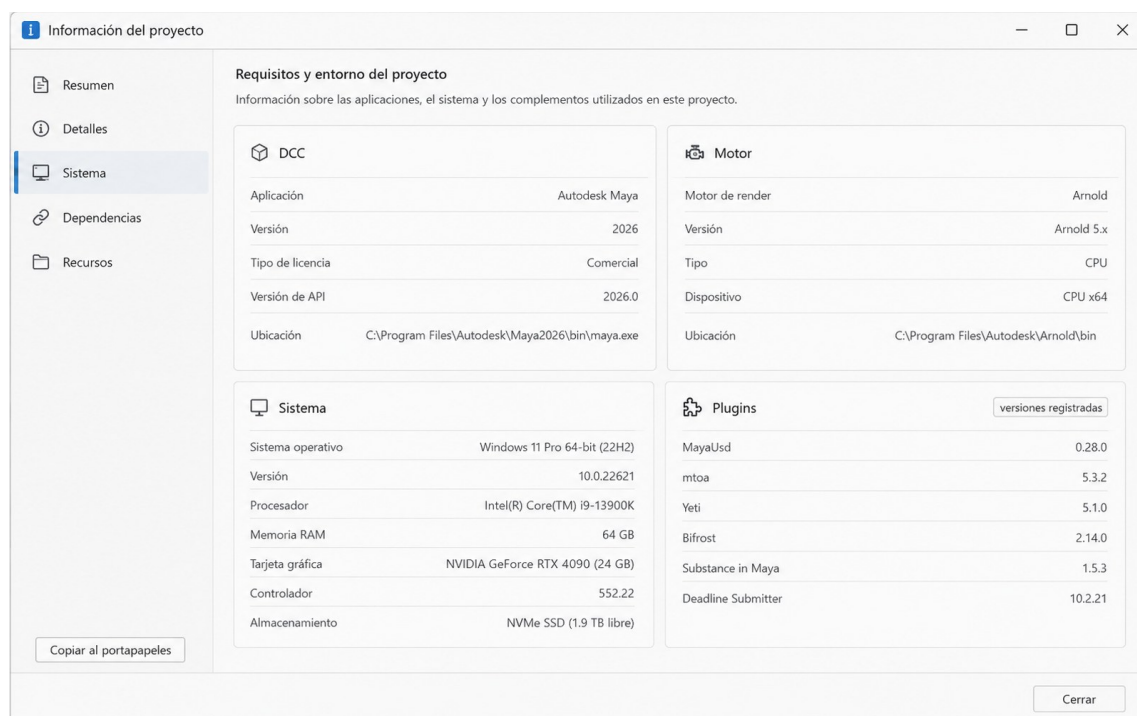
El objetivo del dimensionado no es simplemente "comprar el equipo más potente posible", sino conseguir un equipo equilibrado, en el que ningún componente actúe de cuello de botella (el elemento más limitado de un sistema, que frena el rendimiento del resto aunque los demás componentes sean excelentes). De poco sirve una tarjeta gráfica de gama alta si el equipo tiene poca memoria RAM y el sistema empieza a usar memoria virtual en disco, ralentizando todo el flujo de trabajo; de poco sirve también un procesador muy potente si el almacenamiento es lento y los tiempos de carga de texturas se convierten en el verdadero cuello de botella diario.

| Componente            | Papel principal en animación 3D                                | Riesgo si es insuficiente                                  |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>CPU</b>            | Simulaciones, render por CPU, fluidez general                  | Escena lenta al manipular geometría compleja               |
| <b>GPU</b>            | Visualización en viewport, render acelerado (si es compatible) | Viewport poco fluido, render GPU limitado o inviable       |
| <b>RAM</b>            | Cargar geometría, texturas y cachés en memoria                 | Bloqueos, uso de memoria virtual, ralentización severa     |
| <b>Almacenamiento</b> | Velocidad de carga y escritura de archivos                     | Tiempos de espera largos al abrir escenas o guardar render |

En el caso concreto de Arnold, el motor de render que se usa como referencia práctica en este manual, es importante saber que permite calcular el render tanto mediante CPU como, en configuraciones de hardware compatibles, mediante GPU. Esta flexibilidad es una ventaja, pero también implica una responsabilidad: antes de comprometerse con una configuración de hardware para todo un estudio o para un proyecto concreto, conviene validar el rendimiento real con escenas de prueba representativas del proyecto (con la complejidad de geometría, texturas e iluminación esperada), en lugar de fiarse únicamente de cifras genéricas de rendimiento publicadas por el fabricante del hardware, que no siempre reflejan el comportamiento con escenas reales de producción.

**Consejo:** Antes de decidir el hardware de todo un equipo, monta una escena de prueba con la complejidad aproximada del proyecto real (número de personajes, resolución de texturas, tipo de iluminación) y calcula el tiempo de render en el equipo candidato. Extrapolar a partir de escenas de prueba mucho más simples que el proyecto final suele llevar a subestimar los tiempos reales de producción.

El dimensionado de software es igual de importante que el de hardware, aunque se suele prestar menos atención. Es imprescindible especificar con exactitud la versión del programa de creación (DCC, por sus siglas en inglés, digital content creation) que se va a usar en todo el proyecto, la versión del motor de render, los plugins (complementos que añaden funciones) que resultan obligatorios para el pipeline elegido, y los formatos de intercambio que se emplearán entre departamentos o entre estudios distintos si el proyecto se subcontrata parcialmente. Trabajar con versiones distintas de un mismo programa dentro de un mismo equipo, aunque parezca un detalle menor, es una causa muy habitual de incompatibilidades: un archivo guardado con una versión más reciente de 3ds Max puede no abrirse correctamente en una versión anterior, y ciertos plugins solo son compatibles con rangos concretos de versión del programa y del motor de render.



*Ficha de versión de software, un dato que conviene documentar para asegurar la compatibilidad del proyecto.*

### Actividad 6: Diagnóstico de cuello de botella.

Un equipo se queja de que el viewport de 3ds Max va fluido, pero cada vez que se lanza un render con Arnold el ordenador tarda muchísimo más de lo esperado, y además el sistema empieza a usar el disco duro de forma intensiva durante el cálculo.

1. Identifica qué componente de hardware es probable que esté actuando como cuello de botella en el render.
2. Explica por qué el viewport puede ir fluido y el render, en cambio, ser lento.
3. Propón dos posibles soluciones, una de hardware y otra de organización del trabajo.

## 7. Calidad, tiempo, presupuesto y capacidad de corrección.

Uno de los aprendizajes más importantes para cualquier persona que empieza en la producción de animación es entender que la calidad técnica no es un valor absoluto que deba maximizarse siempre, sino un valor relativo que debe ajustarse al destino del producto. Buscar la calidad necesaria para el destino previsto, ni más ni menos, es un principio que rige buena parte de las decisiones técnicas de un proyecto bien gestionado. Renderizar una pieza destinada a reproducirse en la pantalla de un móvil con la misma exigencia de detalle, tiempo de cálculo y coste que una secuencia de cine IMAX no aporta ningún beneficio perceptible al espectador final, pero sí un sobrecoste real en tiempo y en recursos de cálculo.

Este principio se relaciona directamente con la gestión del triángulo calidad-tiempo-presupuesto, presente en cualquier proyecto de producción: mejorar uno de estos tres factores suele implicar ceder en alguno de los otros dos. Aumentar la calidad de render habitualmente exige más tiempo de cálculo (y por tanto más coste de infraestructura o de granja de render, el conjunto de ordenadores dedicados a calcular renders en paralelo) o más presupuesto para contratar recursos externos. Reducir el plazo de entrega, si no se dispone de más presupuesto para ampliar recursos, suele obligar a reducir la calidad o el alcance del proyecto. Esta relación no es una teoría abstracta de gestión, sino una realidad que cualquier responsable de producción de animación gestiona semana a semana.

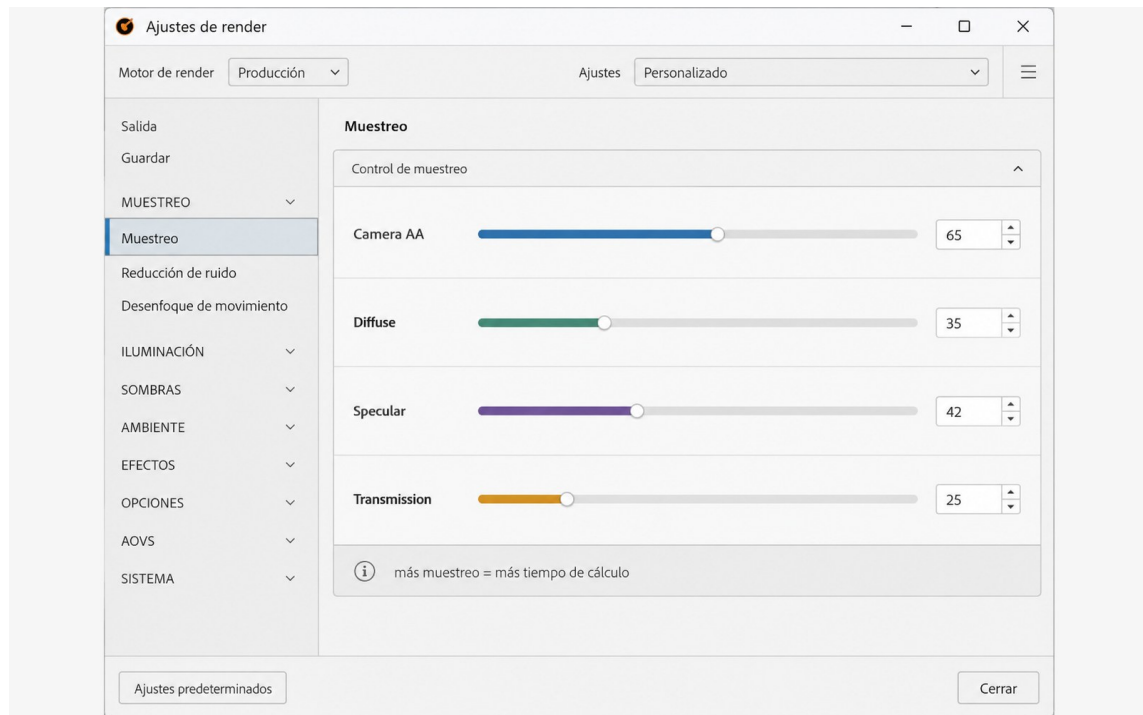
Una tarea técnica concreta y muy práctica dentro de esta gestión es la estimación de coste de render, es decir, calcular de antemano cuánto tiempo (y por tanto, cuánto coste de infraestructura) va a requerir renderizar todo el proyecto. Esta estimación no puede basarse únicamente en el tiempo que tarda en calcularse un único fotograma de prueba, porque en la práctica real siempre aparecen repeticiones: planos que hay que volver a renderizar por un error de iluminación, cambios de última hora en la animación, o correcciones tras la revisión de dirección. Por eso, una estimación de coste de render profesional siempre debe incluir un margen adicional, habitualmente expresado como un porcentaje sobre el tiempo de render "ideal", para absorber estas repeticiones sin que descarrilen el calendario.

**Ejemplo:** Si un estudio calcula que renderizar todos los fotogramas de un cortometraje llevará, en condiciones ideales, 200 horas de cálculo de granja de render, una planificación realista no reservará exactamente 200 horas, sino que añadirá un margen adicional (por ejemplo, un 30-40% más) para cubrir repeticiones por correcciones de iluminación, errores detectados en revisión o ajustes de última hora solicitados por dirección.

Otra decisión técnica estrechamente ligada a la gestión del tiempo y el presupuesto es determinar con claridad qué se deja para la fase de postproducción y composición, y qué debe resolverse obligatoriamente en el render 3D. Muchos ajustes —corrección de color, pequeños retoques de brillo o contraste, combinación de distintos pases de render, incluso ciertos efectos atmosféricos— pueden resolverse de forma mucho más rápida y económica en composición que repitiendo un render completo. Planificar desde el inicio qué información se va a necesitar en composición (por ejemplo, renderizar por separado un pase de sombras, un pase de reflejos o un pase de profundidad) permite ajustar muchos aspectos del resultado final sin volver a calcular el render 3D completo, lo que ahorra tiempo y coste de manera significativa.

Finalmente, conviene interiorizar un criterio de parada, es decir, un momento en el que se decide de forma consciente que un plano o una secuencia ya ha alcanzado el nivel de calidad suficiente y que seguir puliendo detalles adicionales no aporta un beneficio perceptible para el espectador, sino que simplemente consume tiempo y presupuesto de forma injustificada. Perseguir detalles

imperceptibles —por ejemplo, un nivel de ruido en el render tan bajo que ningún espectador podría distinguirlo del nivel inmediatamente superior— es uno de los errores más habituales entre equipos técnicos perfeccionistas, y una de las responsabilidades de la dirección técnica es precisamente frenar este impulso cuando deja de ser rentable.



*Controles de muestreo que muestran el equilibrio entre calidad visual y tiempo de cálculo.*

### Actividad 7: Estimación con margen de repetición.

Un estudio calcula que el render completo de un anuncio de 30 segundos a 25 fps tardará, en condiciones ideales y sin repeticiones, 150 horas de granja de render.

1. Calcula el número total de fotogramas del anuncio a partir de su duración y su frecuencia de imagen.
2. Aplica un margen de repetición del 35% sobre las 150 horas y calcula el total de horas que debería reservar el estudio.
3. Explica con tus palabras por qué no reservar ese margen adicional es un riesgo para el cumplimiento del plazo de entrega.

## 8. Reutilización, archivado y trazabilidad desde el inicio.

Aunque parezca una cuestión que solo importa al final de un proyecto, la reutilización y el archivado deben planificarse desde el momento en que se define la ficha técnica, no improvisarse cuando el proyecto ya ha terminado. Decidir desde el principio qué materiales se van a poder reutilizar en proyectos futuros, cómo se van a organizar los archivos y qué información hay que conservar obligatoriamente, ahorra un tiempo enorme más adelante y evita la pérdida irreversible de trabajo valioso.

No todos los materiales generados en un proyecto son reutilizables de la misma manera, y la reutilización no depende solo de criterios técnicos, sino también legales. Entre los materiales técnicamente reutilizables se encuentran los modelos 3D, los rigs de personajes o de atrezzo, las texturas, los HDRI (imágenes panorámicas de alto rango dinámico usadas para iluminar escenas de forma realista a partir de un entorno fotografiado), los presets de materiales o de configuración de render, y los scripts (pequeños programas que automatizan tareas repetitivas dentro del DCC). Sin embargo, cada uno de estos materiales puede estar sujeto a una licencia (las condiciones legales bajo las que se permite su uso) que determine si puede reutilizarse libremente, si requiere atribución al autor original, si su uso comercial está restringido, o si directamente su reutilización fuera del proyecto para el que se adquirió no está permitida.

**Sabías que...:** Muchas bibliotecas de HDRI, texturas o modelos 3D disponibles online distinguen entre licencias para uso personal, licencias para uso comercial y licencias que exigen atribución explícita al autor. Reutilizar en un proyecto comercial un recurso descargado bajo una licencia de uso personal, aunque sea sin mala intención, puede suponer una infracción de derechos de autor con consecuencias legales para el estudio.

Más allá de la cuestión legal, garantizar la trazabilidad de cada archivo es una práctica técnica imprescindible en cualquier producción mínimamente compleja. La trazabilidad consiste en poder identificar en todo momento la versión, la fecha y el identificador único de cada archivo del proyecto, de forma que cualquier miembro del equipo pueda saber con certeza si está trabajando con la versión correcta y más reciente de un recurso. Esto se consigue habitualmente mediante convenciones de nomenclatura de archivos (por ejemplo, incluir en el nombre del archivo el nombre del asset, un número de versión y la fecha) y mediante sistemas de control de versiones o de gestión de producción que registran automáticamente el historial de cambios.

Para organizar de forma sistemática qué información conservar hasta el final de un proyecto, conviene repasar los elementos que debería incluir siempre el archivo final de un proyecto de animación.

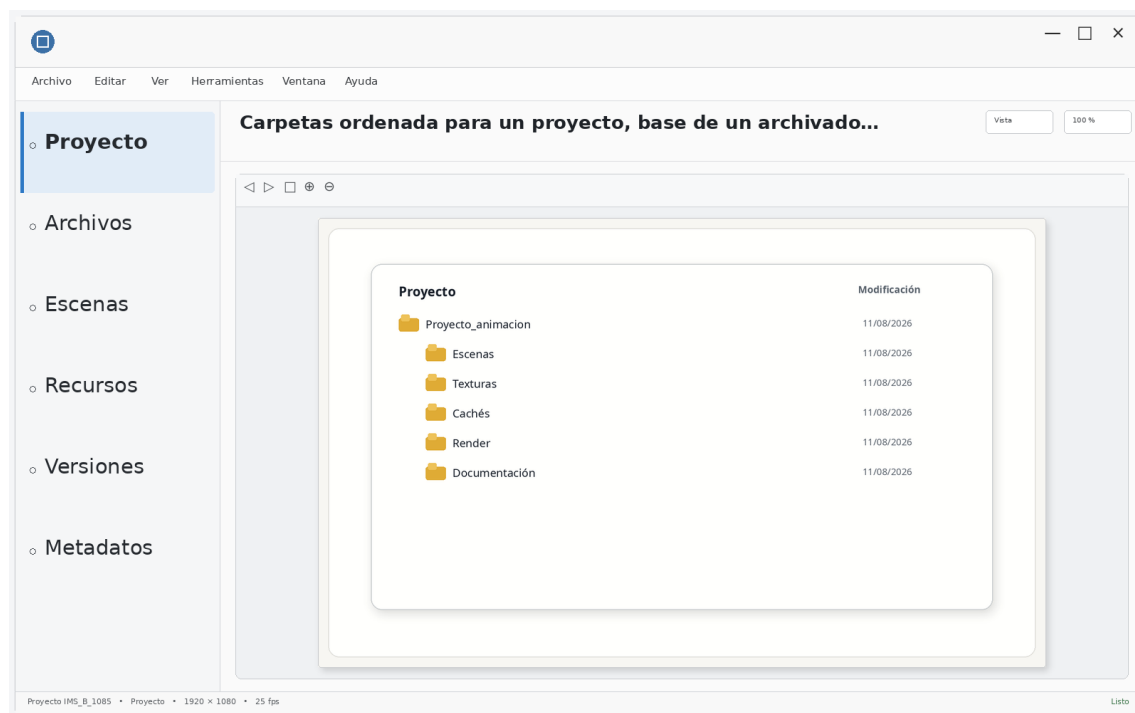
- Las escenas completas del DCC (por ejemplo, los archivos .max), no solo el render final calculado.
- Todos los recursos externos referenciados por esas escenas: texturas, HDRI, archivos de audio, fuentes tipográficas.
- Los cachés de simulación (los datos precalculados de efectos como tela, agua o partículas), ya que recalcularlos desde cero puede ser muy costoso en tiempo.
- Los perfiles de color utilizados durante el proyecto, para poder reproducir fielmente el aspecto visual original en el futuro.
- Las fuentes tipográficas empleadas en cualquier texto o grafismo del proyecto.
- Un registro de las versiones exactas de los plugins utilizados, para poder reabrir el proyecto en el futuro sin incompatibilidades.

## EDITORIAL TUTOR FORMACIÓN

- Los másteres finales de entrega, en la máxima calidad posible.
- La documentación técnica del proyecto: ficha técnica, guion técnico, notas de producción relevantes.

**Ejemplo:** Dos años después de finalizar un cortometraje, un estudio recibe el encargo de producir una secuela y necesita reutilizar el rig de uno de los personajes principales. Si en su momento se archivó correctamente la escena completa, las texturas, los perfiles de color y la versión exacta de los plugins usados, el equipo puede reabrir el proyecto original sin apenas fricciones; si solo se conservó el vídeo final renderizado, gran parte de ese trabajo debe rehacerse desde cero.

Archivar de forma correcta no consiste simplemente en guardar todos los archivos en una carpeta al terminar el proyecto, sino en diseñar desde el principio una estructura de carpetas y una convención de nombres que se mantenga de forma consistente durante toda la producción, de manera que el archivado final sea, en realidad, una simple consolidación de un sistema que ya ha estado funcionando desde el primer día. Los proyectos que dejan la organización para el final casi siempre terminan con archivos duplicados, versiones sin identificar con claridad y recursos externos que se han perdido o movido de ubicación sin que quede constancia de dónde se guardaron.



*Estructura de carpetas ordenada para un proyecto, base de un archivado correcto y trazable.*

### Actividad 8: Diseño de una estructura de archivado.

Un estudio va a empezar un proyecto de animación en 3D y quiere definir desde el primer día su sistema de archivado y trazabilidad.

1. Diseña una estructura de carpetas de al menos seis niveles principales que cubra escenas, recursos externos, cachés, render y documentación.
2. Propón una convención de nombres de archivo que incluya nombre de asset, número de versión y fecha.
3. Explica qué información legal debería registrarse junto a cada recurso externo reutilizado (por ejemplo, un HDRI descargado de una biblioteca online).

## 9. Espacio de color y perfiles de trabajo.

La gestión del color es una de las decisiones técnicas más importantes de un proyecto de animación, y sin embargo suele tratarse como un simple ajuste dentro del motor de render en lugar de como una decisión de proyecto que debe tomarse desde el principio y comunicarse a todo el equipo. Un espacio de color es, de forma sencilla, un sistema definido matemáticamente que establece qué colores concretos pueden representarse y cómo se codifican numéricamente. Trabajar con un espacio de color distinto al previsto en cualquier fase del pipeline —captura de referencias, texturizado, render o composición— puede provocar que los colores se vean de forma distinta según en qué programa o en qué pantalla se visualicen, generando incoherencias visibles en el resultado final.

El espacio de color más conocido por el público general es sRGB, el estándar utilizado históricamente por pantallas de ordenador, contenidos web y la mayoría de imágenes de consumo cotidiano. sRGB tiene una característica importante: no es un espacio lineal, sino que aplica una curva de codificación (llamada gamma) pensada para que el ojo humano perciba de forma más uniforme los distintos niveles de brillo, comprimiendo la información en las zonas que el ojo distingue peor y expandiéndola donde distingue mejor. Esta curva es adecuada para mostrar imágenes en pantalla, pero no es la más adecuada para que un motor de render calcule internamente la interacción física de la luz.

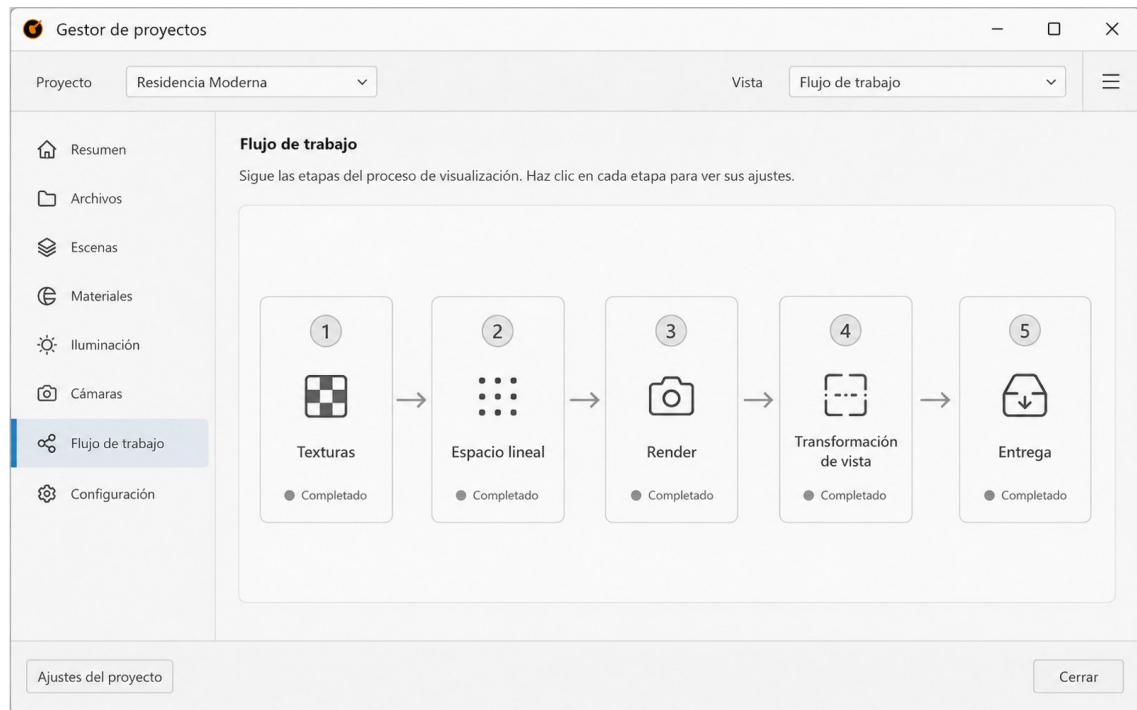
Por este motivo, los motores de render modernos, incluido Arnold, trabajan internamente en espacios lineales: espacios de color donde el valor numérico de un color es directamente proporcional a la cantidad física de luz que representa, sin ninguna curva de compresión aplicada. Trabajar en lineal permite que los cálculos de iluminación, reflejos, sombras y mezcla de colores se comporten de forma físicamente coherente, tal y como se comporta la luz real. El resultado de ese cálculo lineal debe convertirse después, mediante una transformación de color, a un espacio adecuado para visualizarse en pantalla, como sRGB, o para su entrega final según el destino del proyecto.

**Curiosidad:** Antes de que la gestión de color estuviera bien estandarizada en los pipelines de animación, era habitual que una misma escena se viera con un aspecto ligeramente distinto según el técnico la revisara en su propio monitor, sin que nadie supiera con certeza cuál era el aspecto "correcto". La adopción de sistemas de gestión de color estandarizados, como OpenColorIO, ha sido clave para que todo un equipo, disperso incluso en distintos estudios o países, vea exactamente los mismos colores en las mismas condiciones.

Precisamente para estandarizar y automatizar este tipo de transformaciones de color a lo largo de todo el pipeline, la industria ha adoptado de forma muy extendida OpenColorIO (OCIO), un sistema abierto que define de forma centralizada qué espacios de color existen en un proyecto y cómo se transforma la información entre ellos, garantizando que todos los programas involucrados —el DCC, el motor de render, el software de composición— interpreten y muestren el color de la misma manera. En las versiones recientes de 3ds Max, por ejemplo, Autodesk ha integrado en la gestión de color el motor OpenColorIO 2.5.1, lo que permite definir de forma centralizada, dentro del propio programa, la configuración de color de todo el proyecto en lugar de depender de ajustes dispersos en cada herramienta.

Tomar decisiones de espacio de color no es responsabilidad exclusiva de la persona encargada del render final, sino que debe fijarse como parte de la definición técnica inicial del proyecto y respetarse en todas las fases previas. Si el equipo de texturizado pinta un material observándolo en

un espacio de color distinto al que después usará el motor de render para interpretarlo, el resultado final puede mostrar colores más apagados, más saturados o directamente incorrectos respecto a lo que se pintó originalmente, y ese error solo se detecta, muchas veces, cuando ya se ha invertido mucho tiempo en ese material.



*Esquema de un flujo de gestión de color coherente desde las texturas hasta la visualización y la entrega.*

### Actividad 9: Coherencia de color en el pipeline.

Un equipo detecta que las texturas de un personaje se ven correctamente en el programa de pintura digital, pero al importarlas a 3ds Max y renderizar con Arnold, los colores aparecen visiblemente más oscuros y desaturados de lo esperado.

1. Plantea una hipótesis sobre el origen del problema relacionada con el espacio de color.
2. Explica la diferencia entre un espacio de color lineal y uno no lineal como sRGB en el contexto de este error.
3. Propón un procedimiento que el estudio debería documentar en la ficha técnica para evitar que este error se repita en futuros proyectos.

## 10. Compresión y códecs de vídeo.

Comprender los fundamentos de la compresión de vídeo es imprescindible para tomar decisiones informadas sobre los formatos de entrega de un proyecto de animación, y también para entender por qué el máster de un proyecto nunca debe depender únicamente de un archivo comprimido. La compresión es el proceso mediante el cual se reduce el tamaño de un archivo de vídeo o imagen, y existen dos grandes categorías que conviene distinguir con claridad.

La compresión sin pérdida (lossless) reduce el tamaño del archivo sin eliminar ninguna información: el archivo descomprimido es idéntico, píxel por píxel, al original. Formatos como PNG para imagen fija, o ciertos códecs de vídeo sin pérdida, funcionan así. La compresión con pérdida (lossy), en cambio, reduce el tamaño de forma mucho más agresiva eliminando información que se considera menos perceptible para el ojo humano, lo que implica que, una vez comprimido, el archivo original ya no puede reconstruirse exactamente igual. La mayoría de los formatos de entrega final pensados para distribución masiva —los que ve el público en streaming, redes sociales o televisión digital— utilizan compresión con pérdida, porque permite reducir drásticamente el tamaño del archivo a cambio de una pérdida de calidad que, si se aplica correctamente, resulta poco perceptible.

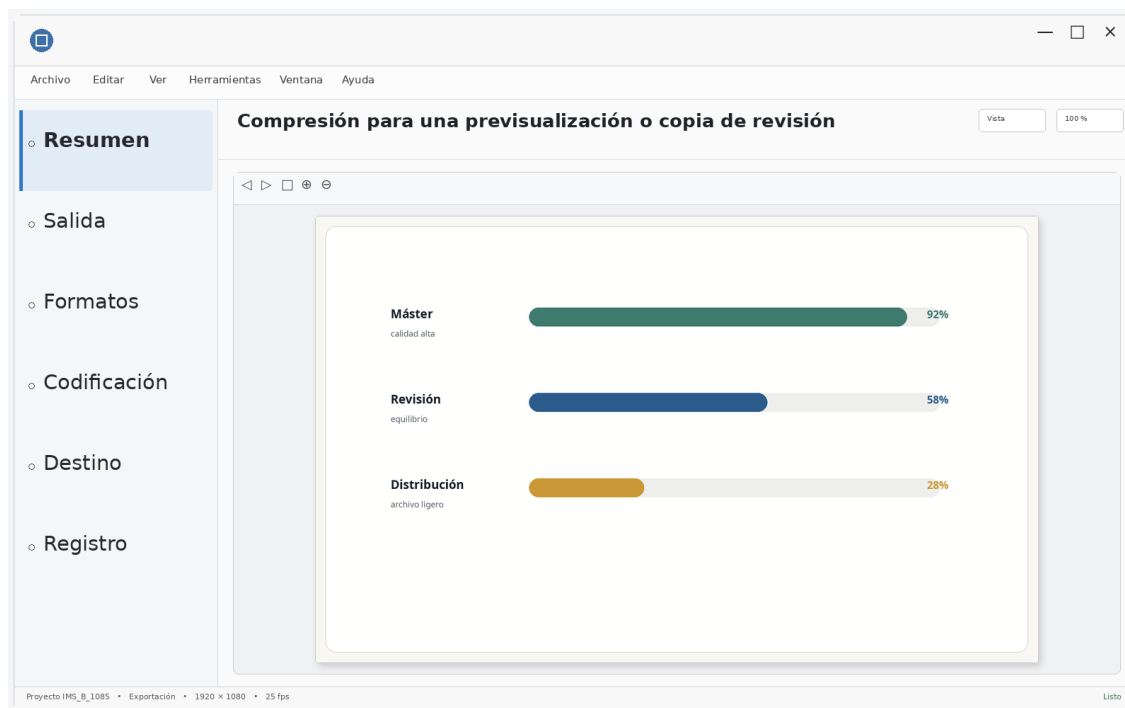
Dentro de un proyecto de animación conviene distinguir también entre los códecs de intercambio interno, pensados para trabajar entre distintas fases del pipeline conservando la máxima calidad posible (por ejemplo, códecs de compresión ligera o sin pérdida como los de la familia ProRes en sus variantes de alta calidad, o secuencias de imágenes sin comprimir), y los códecs de entrega final, optimizados para minimizar el tamaño del archivo de cara a la distribución, como H.264 o su sucesor H.265 (también llamado HEVC), que consigue tamaños de archivo más reducidos que H.264 para una calidad similar, aunque exige más capacidad de cálculo tanto para comprimir como para reproducir el vídeo.

| Códec                           | Tipo de compresión          | Uso habitual                                      |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>PNG / EXR (secuencia)</b>    | Sin pérdida                 | Render intermedio, máster de alta calidad.        |
| <b>ProRes (variantes altas)</b> | Con pérdida mínima          | Intercambio interno, edición y revisión.          |
| <b>H.264</b>                    | Con pérdida                 | Entrega para streaming, redes sociales, web.      |
| <b>H.265 / HEVC</b>             | Con pérdida, más eficiente. | Entrega de alta resolución con archivo más ligero |

Un concepto clave para entender la calidad percibida de un vídeo comprimido es el bitrate, es decir, la cantidad de datos que se destinan a codificar cada segundo de vídeo, expresada normalmente en megabits por segundo (Mbps). En términos generales, a mayor bitrate, mayor calidad de imagen conservada, pero también mayor tamaño de archivo; a menor bitrate, el archivo es más ligero, pero aparecen con más facilidad artefactos de compresión (defectos visuales como bloques, pérdida de detalle en zonas con mucho movimiento o degradado en gradientes de color).

**Ejemplo:** Dos entregas de la misma animación, ambas en la misma resolución de 1920x1080 y con el mismo códec H.264, pueden tener un tamaño de archivo muy distinto según el bitrate configurado: una con bitrate bajo puede pesar apenas unos pocos megabytes por minuto y mostrar artefactos visibles en escenas con movimiento rápido, mientras que otra con bitrate alto puede pesar varias veces más, pero conservar mucho mejor el detalle en esas mismas escenas.

La relación entre calidad y tamaño de archivo no es lineal ni idéntica para todos los contenidos: una animación con grandes superficies de color plano y poco movimiento se comprime de forma mucho más eficiente que una escena fotorrealista con texturas muy detalladas, grano de render visible o movimientos de cámara rápidos, que generan más cambios de información entre fotogramas consecutivos y por tanto requieren más bitrate para mantener la misma calidad percibida. Por este motivo, la elección del códec y del bitrate de entrega no debe ser un ajuste genérico aplicado igual a cualquier proyecto, sino una decisión que debe probarse y ajustarse según el contenido visual concreto de cada producción.



*Configuración de compresión para una previsualización o copia de revisión.*

### Actividad 10: Elección de códec según destino.

Un proyecto debe entregarse en tres formatos distintos: máster interno de archivo, versión de revisión interna para el equipo de dirección, y versión final para publicar en una red social.

1. Propón un tipo de compresión adecuado (sin pérdida, con pérdida mínima o con pérdida) para cada uno de los tres destinos.
2. Justifica por qué el máster de archivo no debería entregarse únicamente en un códec de alta compresión como H.264.
3. Explica qué ocurriría si se usara el mismo archivo muy comprimido de la red social como punto de partida para generar en el futuro una nueva versión de mayor calidad.

## 11. Captura y conversión de materiales audiovisuales de referencia.



Antes de que empiece la animación propiamente dicha, la mayoría de proyectos profesionales recopilan y preparan materiales de referencia: contenidos audiovisuales previos que sirven de apoyo técnico y creativo para el equipo. Gestionar correctamente estos materiales desde el punto de vista técnico es tan importante como gestionar los archivos finales del proyecto, porque una referencia mal capturada, mal convertida o con un formato incompatible puede introducir errores o retrasos evitables.

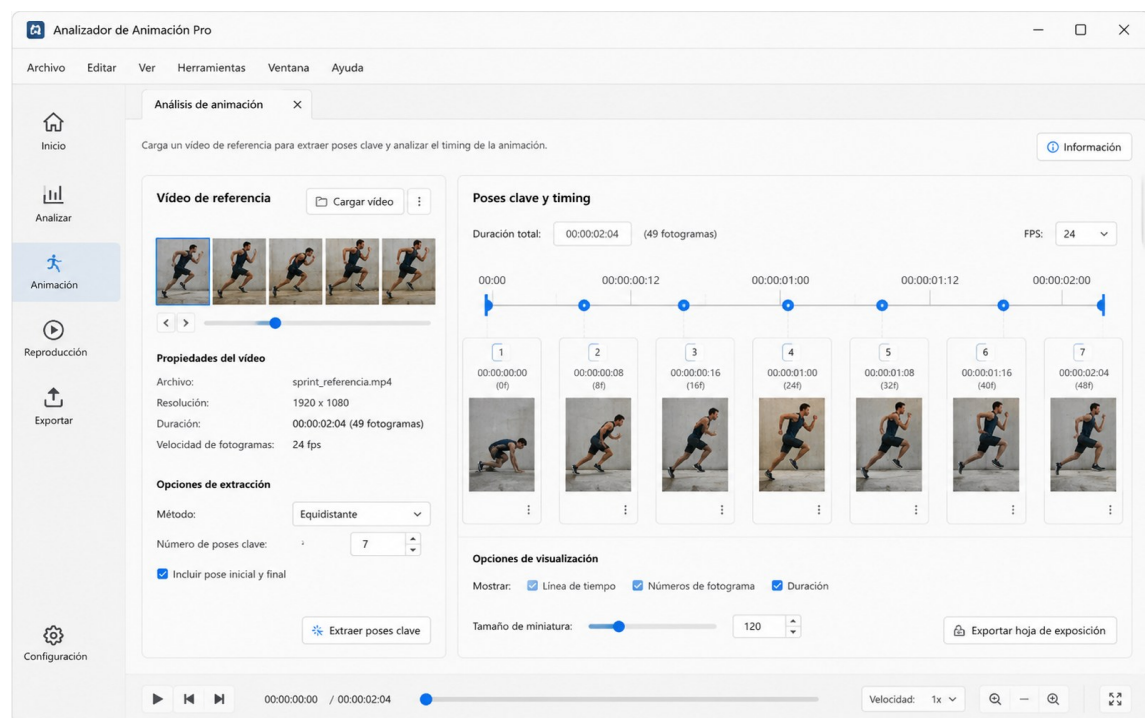
El audio de referencia es uno de los materiales más habituales: puede tratarse de un diálogo grabado provisionalmente (llamado *scratch track* o pista temporal) que sirve para ajustar el timing (la sincronización temporal) de la animación de labios y de las expresiones faciales antes de contar con la grabación definitiva de voz, o de una pista de música temporal que ayuda a definir el ritmo de montaje de una secuencia. Es fundamental documentar desde el principio en qué formato, frecuencia de muestreo y resolución de bits se ha capturado este audio, y asegurarse de que ese audio de referencia se sustituye correctamente por la versión definitiva en las fases finales, sin dejar restos de la pista temporal en el máster final por error.

El vídeo de referencia cumple funciones distintas según el momento del proyecto. En animación, es habitual grabar vídeo de un actor o del propio equipo de animación interpretando la acción que después se va a animar, como apoyo para estudiar el timing, el peso y la mecánica del movimiento; esta técnica de apoyarse en vídeo real para animar con mayor precisión está relacionada con la rotoscopia, un procedimiento que consiste en calcar o seguir con gran fidelidad el movimiento capturado en vídeo real sobre la animación dibujada o construida digitalmente. También se utiliza vídeo de referencia para estudiar la iluminación de un entorno real que se va a recrear digitalmente, o para verificar el comportamiento físico de un elemento (por ejemplo, cómo se mueve una tela o cómo salpica el agua) antes de configurar una simulación digital equivalente.

**Consejo:** Cuando grabes vídeo de referencia para animación, procura hacerlo con una frecuencia de imagen igual o superior a la que va a usar el proyecto final, y anota siempre esa frecuencia junto al archivo. Una referencia grabada a una frecuencia distinta a la del proyecto puede hacer que el timing estudiado no se traslade de forma precisa al fotograma exacto de la animación final.

Un problema técnico habitual en esta fase es que los materiales de referencia llegan al estudio en formatos de origen muy heterogéneos: vídeos grabados con un teléfono móvil, audios exportados de distintos programas de edición, imágenes fotografiadas con cámaras de características diferentes. Antes de incorporar estos materiales al flujo de trabajo del proyecto, es necesario un proceso de conversión de formatos que homogeneice estas referencias a un conjunto reducido y coherente de formatos de trabajo, con una resolución, una frecuencia de imagen y un espacio de color conocidos y documentados, evitando así que cada persona del equipo tenga que lidiar de forma individual con la diversidad original de los archivos.

Esta homogeneización no consiste simplemente en cambiar la extensión del archivo, sino en decidir de forma consciente qué información se conserva y cuál se pierde en el proceso. Convertir un vídeo de referencia grabado en un formato muy comprimido a un formato de trabajo de mayor calidad no recupera información que ya se perdió en el origen; por eso, siempre que sea posible, conviene capturar el material de referencia en la mayor calidad disponible desde el principio, aunque después se trabaje con una versión más ligera para agilizar la revisión diaria.



*Uso de una referencia audiovisual como apoyo para ajustar el movimiento y la sincronización de una animación.*

### **Actividad 11: Gestión de materiales de referencia.**

Un equipo de animación va a producir una secuencia de acción y decide grabar vídeo de referencia con el móvil de varios animadores actuando los movimientos clave.

1. Indica qué datos técnicos del vídeo de referencia (al menos tres) deberían documentarse antes de que el equipo empiece a usarlo.
2. Explica qué problema puede surgir si cada animador graba su referencia a una frecuencia de imagen distinta.
3. Propón un procedimiento sencillo de conversión y almacenamiento para estas referencias antes de integrarlas en el proyecto.

## 12. Animación 2D frente a animación 3D: diferencias técnicas en la definición del proyecto.



Aunque la animación 2D y la animación 3D comparten muchos principios narrativos y de puesta en escena, sus pipelines técnicos son sustancialmente distintos, y esta diferencia debe reflejarse con claridad en la definición técnica del proyecto desde el primer momento, porque afecta a los recursos, al software, al calendario y a los entregables esperados en cada fase.

El pipeline de animación 2D digital, en su forma más habitual actual, sigue una secuencia de fases propia que conviene conocer con detalle.

- Animática, una primera versión de la secuencia con dibujos muy simples (a menudo el propio storyboard) sincronizados con el audio de referencia, que permite validar el ritmo y la duración de cada plano antes de invertir tiempo en animación definitiva.
- Layout 2D, donde se definen composición, encuadre y posición inicial de los elementos dentro de cada plano.
- Animación clave (keyframes o "poses clave"), donde se dibujan las poses principales que definen la acción.
- Intercalación (in-betweening), donde se generan los dibujos intermedios entre poses clave para completar el movimiento fluido; en animación digital, este proceso puede apoyarse en herramientas de interpolación asistida, aunque sigue requiriendo criterio artístico.
- Pintura o coloreado, donde se aplica color final a las líneas de animación.
- Composición, donde se combinan los distintos elementos y capas (personajes, fondos, efectos) en el plano final.

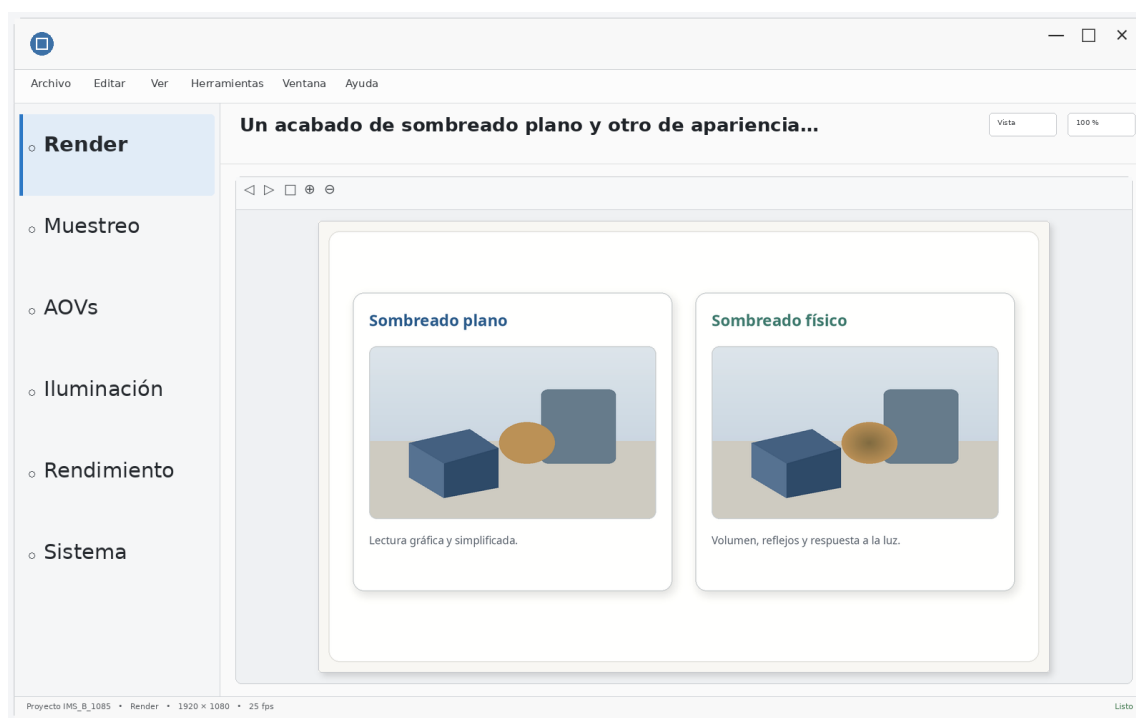
Frente a esto, el pipeline 3D que ya se ha descrito en el epígrafe 1.5 (modelado, rig, animación, texturizado, iluminación, render, composición) implica un tipo de trabajo y unos recursos muy distintos. En animación 3D, buena parte del esfuerzo técnico inicial se invierte en construir los activos digitales (modelos, rigs) que después se reutilizarán en múltiples planos y, potencialmente,

en múltiples proyectos, mientras que en 2D digital, aunque también existen modelos o rigs reutilizables (por ejemplo, rigs de personajes en programas de animación 2D basados en huesos digitales), buena parte del trabajo es de creación directa plano a plano por parte de la persona animadora.

**Ejemplo:** Producir un personaje secundario que aparece solo en dos planos puede resultar relativamente económico en 2D, porque basta con dibujarlo directamente para esos planos concretos, mientras que en 3D exige construir un modelo completo, texturizarlo y, si el personaje se mueve de forma compleja, dotarlo de un rig, aunque después solo aparezca brevemente en pantalla. Por este motivo, muchos proyectos 3D reservan la construcción de assets completos para personajes con presencia relevante y recurren a soluciones más simples para apariciones puntuales.

Esta diferencia de enfoque tiene consecuencias directas en la definición técnica del proyecto: los entregables intermedios que se revisan y aprueban no son los mismos. En 2D digital, es habitual revisar y aprobar directamente dibujos de poses clave o pases de intercalación; en 3D, se revisan y aprueban curvas de animación aplicadas sobre un rig ya construido, lo que exige que ese rig esté disponible y validado con antelación. Asimismo, los recursos de hardware necesarios difieren: la animación 2D digital, aunque también se beneficia de un buen equipo, generalmente exige menos potencia de cálculo bruta que el 3D, donde el render final puede requerir horas de cálculo por fotograma en escenas complejas.

También conviene señalar que existen técnicas mixtas cada vez más habituales, donde elementos 2D se integran sobre fondos o elementos 3D, o donde personajes 3D reciben un tratamiento de sombreado (shading) deliberadamente plano para imitar visualmente el aspecto de la animación 2D tradicional, un estilo conocido como cel-shading o toon-shading. Estos enfoques mixtos exigen una definición técnica todavía más cuidadosa, porque combinan las exigencias de ambos pipelines y requieren decidir con precisión en qué fase y con qué herramienta se resuelve cada elemento.



*Comparación entre un acabado de sombreado plano y otro de apariencia tridimensional más realista.*

### **Actividad 12: Comparativa de pipelines.**

Un estudio debe decidir si un proyecto concreto se realizará en 2D digital o en 3D, sabiendo que el producto es una serie corta con muchos personajes secundarios que aparecen en pocos planos cada uno.

1. Enumera dos ventajas técnicas de producir este proyecto en 2D frente a 3D.
2. Enumera dos ventajas técnicas de producir este proyecto en 3D frente a 2D.
3. Justifica con criterios técnicos, no solo estéticos, cuál de las dos opciones recomendarías para este caso concreto.

## 13. Stop motion: consideraciones técnicas específicas.

El stop motion es una técnica de animación que se diferencia radicalmente de la animación 2D y 3D digital porque trabaja directamente con objetos, muñecos o materiales físicos reales, fotografiados fotograma a fotograma y desplazados manualmente entre cada disparo de cámara para generar la ilusión de movimiento al reproducir la secuencia. Aunque hoy convive con procesos digitales de captura y postproducción, sus requisitos técnicos de partida son muy distintos a los de la animación puramente digital y deben planificarse con el mismo rigor.

El primer elemento técnico crítico es la cámara fotograma a fotograma: en lugar de grabar vídeo de forma continua, se captura una fotografía fija por cada fotograma de animación, normalmente controlada mediante software especializado de captura de stop motion que permite disparar la cámara de forma remota, comparar el fotograma recién capturado con el anterior mediante una función de superposición (llamada onion skinning, o "piel de cebolla", igualmente usada en animación 2D digital) y ajustar parámetros de la cámara de forma consistente entre disparo y disparo.

El control de motion, es decir, del propio movimiento del objeto o muñeco entre fotograma y fotograma, es otro aspecto técnico determinante. En proyectos de stop motion profesional se emplean muñecos con armazones internos articulados (armatures) que permiten fijar poses de forma estable y repetible, y en algunos casos motion control robotizado, sistemas mecánicos programables que desplazan la cámara de forma automatizada y perfectamente repetible entre fotogramas, algo especialmente útil para movimientos de cámara complejos que serían casi imposibles de replicar con precisión de forma manual.

**Sabías que...:** La técnica de onion skinning, que permite comparar el fotograma actual con el anterior mediante una superposición semitransparente, tomó su nombre de las finas capas translúcidas de una cebolla cortada, y se utilizaba originalmente en animación 2D tradicional colocando varios dibujos sobre una mesa de luz para comparar poses consecutivas antes de que existiera ningún software.

La iluminación continua es una exigencia técnica especialmente delicada en stop motion, porque cualquier proyecto de este tipo puede requerir sesiones de captura que se prolonguen durante horas o incluso días para completar unos pocos segundos de animación final. Durante todo ese tiempo, la iluminación de la escena debe mantenerse absolutamente constante, ya que cualquier cambio de intensidad, color o dirección de la luz entre fotogramas —incluidos los cambios sutiles provocados por la luz natural que entra por una ventana a lo largo del día— se percibe claramente al reproducir la secuencia como parpadeos o variaciones no deseadas. Por este motivo, los sets de stop motion profesional suelen trabajar en espacios completamente controlados, sin luz natural, con equipos de iluminación estables y, en muchos casos, alimentados de forma que se evite cualquier parpadeo de la propia fuente de luz artificial.

Comparado con la animación digital 2D o 3D, el stop motion presenta ventajas e inconvenientes técnicos claramente diferenciados. Entre sus ventajas destaca la textura visual única y orgánica de los materiales físicos reales, difícil de replicar completamente por medios digitales, y el hecho de que no requiere una granja de render ni tiempos de cálculo por fotograma, ya que cada fotograma ya está "renderizado" en el momento de la captura fotográfica. Entre sus inconvenientes se encuentran la dificultad de realizar correcciones tras la captura (un error de pose ya fotografiado exige normalmente repetir la captura, ya que no se puede editar libremente como una curva de animación digital), la lentitud del proceso de captura fotograma a fotograma, y la necesidad de

construcciones físicas (sets, muñecos, atrezzo) que tienen sus propios costes y tiempos de fabricación al margen del proceso de animación en sí.



*Superposición de posiciones sucesivas para visualizar el movimiento entre fotogramas y facilitar el ajuste de la animación.*

### Actividad 13: Planificación técnica de una captura de stop motion.

Un equipo va a rodar una secuencia de stop motion de 10 segundos a 24 fps en un set con muñecos articulados, y la sesión de captura se prolongará durante tres jornadas completas.

1. Calcula el número total de fotogramas que debe capturar el equipo para completar la secuencia.
2. Explica qué riesgo técnico concreto supone que el set reciba luz natural de una ventana durante las tres jornadas de rodaje.
3. Propón dos medidas técnicas para garantizar la continuidad de la iluminación durante toda la sesión de captura.

# 14. La documentación técnica del proyecto: ficha técnica y dossier de producción.

Ya se ha introducido en el epígrafe 1.1 la idea de la ficha técnica como documento que fija las condiciones básicas de un proyecto, pero conviene profundizar ahora en qué contenido concreto debe reunir esta documentación, quién es responsable de mantenerla actualizada y en qué momentos del proyecto debe revisarse.

La ficha técnica propiamente dicha suele recoger de forma concisa los parámetros técnicos esenciales del proyecto: resolución y relación de aspecto de entrega, frecuencia de imagen, espacio de color de trabajo y de entrega, duración total y número de planos, técnica de animación empleada, formatos de intercambio entre departamentos, y versión del software y de los plugins obligatorios. Este documento debe ser breve y consultable de un vistazo, porque su función principal es servir de referencia rápida para cualquier miembro del equipo que necesite confirmar un parámetro concreto sin tener que buscarlo en documentación más extensa.

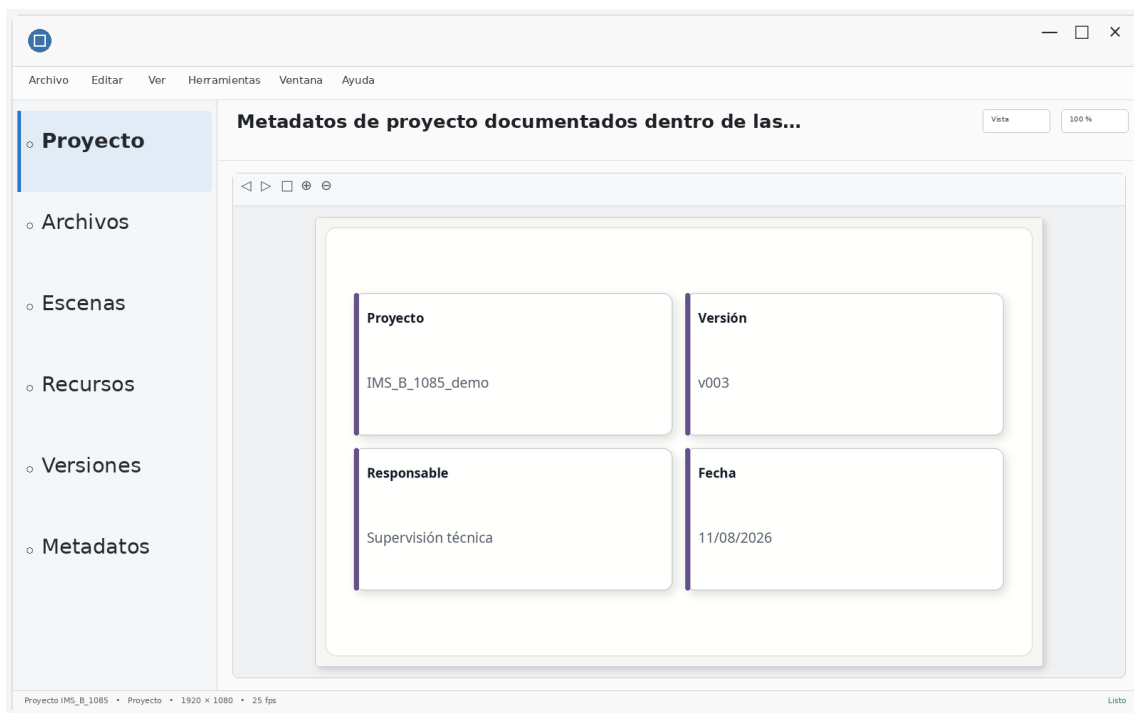
El dossier de producción, en cambio, es un documento (o conjunto de documentos) mucho más amplio que acompaña a la ficha técnica y que reúne toda la información necesaria para gestionar el proyecto de principio a fin. Entre los contenidos habituales de un dossier de producción se encuentran el calendario detallado con los hitos de aprobación descritos en el epígrafe 1.5, el desglose de presupuesto y de recursos asignados a cada fase, el listado de personal implicado y sus responsabilidades concretas, las convenciones de nomenclatura de archivos y de estructura de carpetas, y las decisiones de diseño artístico y técnico que se han ido tomando a lo largo del proyecto junto con su justificación.

| Documento                    | Contenido principal                                     | Frecuencia de actualización                   |
|------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Ficha técnica</b>         | Parámetros técnicos esenciales (resolución, fps, color) | Solo en hitos formales de cambio aprobado     |
| <b>Dossier de producción</b> | Calendario, presupuesto, personal, decisiones de diseño | Actualización continua durante el proyecto    |
| <b>Guion técnico</b>         | Desglose de planos, cámara, duración por plano          | Revisión en cada fase de aprobación relevante |

La responsabilidad de mantener actualizada esta documentación no recae en una única persona de forma aislada, sino que suele repartirse según el tipo de contenido: la dirección técnica o supervisión técnica (technical director) es habitualmente responsable de mantener actualizada la ficha técnica y de aprobar cualquier cambio en los parámetros fijados, mientras que la producción ejecutiva o coordinación de producción es responsable de mantener actualizado el calendario, el presupuesto y la asignación de personal dentro del dossier. En proyectos de cierto tamaño, ambas figuras trabajan de forma coordinada, ya que un cambio técnico casi siempre tiene implicaciones de calendario y presupuesto, y viceversa.

**Curiosidad:** En muchos estudios, la ficha técnica se coloca de forma visible en el espacio de trabajo compartido del equipo o se fija como documento anclado en la herramienta de gestión de proyecto, precisamente para evitar la situación, sorprendentemente habitual, de que distintos miembros del equipo trabajen durante semanas con supuestos distintos sobre un parámetro tan básico como la frecuencia de imagen del proyecto.

Respecto al momento en que debe actualizarse esta documentación, la buena práctica establece que cualquier cambio en un parámetro ya fijado en la ficha técnica debe pasar por un proceso formal de aprobación antes de aplicarse, y debe comunicarse de inmediato a todo el equipo, no solo registrarse en el documento. Un cambio de espacio de color o de resolución decidido de forma informal por una sola persona, sin actualizar la documentación ni avisar al resto del equipo, es una de las causas más frecuentes de incoherencias técnicas graves en producciones de animación, precisamente porque el resto del equipo sigue trabajando, de buena fe, con la información desactualizada.



*Metadatos de proyecto documentados dentro de las propiedades del archivo de escena, un complemento útil a la ficha técnica externa.*

### Actividad 14: Redacción de una ficha técnica.

Se te encarga redactar la ficha técnica inicial de un cortometraje de animación 3D de 5 minutos de duración, destinado a festivales de cine y con un estilo semirrealista.

1. Redacta los ocho campos técnicos esenciales que debería incluir esta ficha técnica, con un valor propuesto y justificado para cada uno.
2. Indica qué información de esta ficha debería trasladarse también, de forma resumida, al dossier de producción.
3. Propón un procedimiento sencillo para comunicar al equipo cualquier cambio futuro sobre estos parámetros.

## 15. Guion técnico, storyboard y animática como punto de partida técnico.



Antes de que exista una sola línea de código de animación o un solo fotograma renderizado, un proyecto audiovisual pasa por una serie de documentos y materiales de preproducción que ya empiezan a fijar decisiones técnicas concretas, aunque a menudo se perciban como puramente creativos. Entender cómo el storyboard y el guion técnico se traducen en decisiones técnicas es esencial para cualquier persona que vaya a trabajar en las fases posteriores del pipeline.

El storyboard es una sucesión de dibujos o esquemas visuales, normalmente uno por cada cambio significativo de plano o de acción, que representa de forma secuencial la narrativa visual de la obra: qué se ve en cada plano, cómo está compuesto, qué personajes intervienen y qué acción principal ocurre. Aunque su origen es puramente creativo y narrativo, el storyboard empieza a condicionar decisiones técnicas desde el primer boceto: el encuadre dibujado sugiere ya una relación de aspecto, la composición sugiere una posición de cámara concreta, y el número de viñetas necesarias para contar una acción da una primera estimación aproximada de la duración del plano.

El guion técnico da un paso más allá del storyboard y traduce cada plano en información explícitamente técnica y numerada: tipo de plano (general, medio, primer plano), movimiento de cámara previsto (fijo, panorámica, travelling), duración estimada en fotogramas o en segundos, y en muchos casos notas sobre iluminación, efectos o necesidades especiales de cada plano. Este documento es el puente directo entre la narrativa y el pipeline técnico, porque es a partir del guion técnico como el equipo de layout empieza a colocar cámaras reales dentro del espacio 3D o a definir los encuadres exactos del 2D.

**Ejemplo:** Un storyboard puede indicar simplemente "primer plano del personaje mirando por la ventana, unos segundos", una descripción narrativa suficiente para el equipo creativo en esa fase. El guion técnico correspondiente traducirá esa misma viñeta en algo mucho más preciso: "Plano 24, primer plano fijo, 75 fotogramas a 25 fps (3 segundos), cámara a la altura de los ojos del personaje, luz de ventana como fuente principal", información ya directamente utilizable por el equipo de layout e iluminación.

La animática, mencionada también en el epígrafe 1.12 dentro del pipeline 2D pero aplicable igualmente a proyectos 3D, consiste en montar el storyboard, plano a plano, con la duración exacta prevista para cada uno y sincronizado con el audio de referencia (diálogos temporales, música de referencia, efectos de sonido provisionales), generando así una primera versión completa y reproducible del proyecto, aunque solo esté compuesta de dibujos fijos o esquemáticos. La animática funciona como la primera validación temporal real del proyecto: permite comprobar, antes de invertir tiempo en animación definitiva, si el ritmo narrativo funciona, si la duración total se ajusta al tiempo de entrega previsto, y si algún plano necesita más o menos tiempo del inicialmente estimado en el guion técnico.

Esta validación temprana tiene un impacto técnico y económico enorme: modificar la duración o el encuadre de un plano en fase de animática, cuando solo existen dibujos esquemáticos, es prácticamente gratuito en términos de tiempo de trabajo; realizar ese mismo cambio una vez que el plano ya ha sido animado, iluminado y renderizado en 3D puede suponer descartar días o semanas de trabajo de varios departamentos. Por este motivo, ningún proyecto de animación mínimamente profesional debería avanzar a producción definitiva sin que la animática haya sido revisada y aprobada formalmente.



*Esquema de una cámara que sigue una trayectoria definida previamente para crear un movimiento de travelling.*

### **Actividad 15: De storyboard a guion técnico.**

Se dispone de una viñeta de storyboard que muestra a un personaje corriendo de izquierda a derecha por un pasillo, seguido por la cámara, con una duración narrativa aproximada de "unos pocos segundos".

1. Redacta la entrada correspondiente de guion técnico para este plano, incluyendo tipo de plano, movimiento de cámara y duración estimada en fotogramas a 24 fps.
2. Explica qué información adicional necesitaría el equipo de layout para colocar la cámara en el espacio 3D a partir de tu guion técnico.
3. Indica qué validación concreta debería hacer la animática de este plano antes de pasar a animación definitiva.