

---

# Modelado y animación en los videojuegos

---

PID\_00248062

Asunción Muñoz Fernández



# Índice

<b>Introducción</b> .....	5
<b>Objetivos</b> .....	7
<b>1. El proceso de producción</b> .....	9
<b>2. El Modelado</b> .....	14
2.1. Principios básicos del modelado .....	14
2.2. Herramientas para formas concretas .....	21
2.3. Clasificación de los modelos .....	27
2.4. Recuento de polígonos .....	27
<b>3. Composición de la escena</b> .....	30
3.1. Luces y volumen .....	30
3.2. Las luces en el 3D .....	30
3.3. Utilización de las luces .....	34
3.4. Las cámaras en el 3D .....	35
<b>4. El movimiento</b> .....	38
4.1. Principios básicos de la animación .....	38
4.2. Ritmo .....	40
4.3. Peso y movimiento .....	40
4.4. Representar el movimiento en animación .....	41
4.4.1. Las leyes de Newton .....	42
4.5. Cálculo de la animación. Aproximación al cálculo de un recorrido .....	45
4.6. Cuestiones a tener en cuenta a la hora de analizar un movimiento .....	45
4.7. Ritmos de desplazamiento .....	46
4.8. Escalas de desplazamiento .....	48
4.9. Líneas de acción .....	49
4.10. Motivo de la acción .....	51
4.11. Fases e intercalados .....	51
4.12. La fluidez en el movimiento .....	53
4.13. Desglose del movimiento .....	56
4.14. Tipos de movimientos cíclicos. Clases de cíclicos .....	60
4.15. Forma y movimiento .....	63
<b>5. Animación en 3D</b> .....	65
5.1. Visualización, pantallas de trabajo .....	65

---

<b>Actividades.....</b>	<b>67</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>68</b>

## Introducción

En este módulo hablaremos del modelado y de la animación en 3D. Pero antes y a modo de introducción general, explicaremos brevemente las diferentes fases del proceso de producción dentro de un proyecto de videojuegos. Creemos importante tener claro todo el escenario del proceso y hacer más hincapié en las partes donde se trabajan los medias.

A continuación, ya nos centraremos en la parte del modelado. Veremos diferentes técnicas para modelar objetos y escenarios y explicaremos las ventajas de utilizar cada una de estas técnicas, ofreciendo consejos basados en la experiencia para mejorar los modelos en 3D. También hablaremos de la iluminación como parte importantísima en la creación de escenarios 3D.

El objetivo de este módulo es que el estudiante tenga un primer contacto con los gráficos tridimensionales. No se le pedirá que haga modelos muy sofisticados, pues hasta llegar a eso necesitaríamos invertir muchas más horas de las que tenemos en esta asignatura, pero sí que le daremos los conocimientos necesarios para poder iniciarse en la creación de modelos en 3D y empezar a familiarizarse con el entorno de los programas de creación de modelos en 3 dimensiones.

Al final del módulo propondremos seguir unos video tutoriales de modelaje con SketchUp, un programa de modelado con un interfaz muy intuitivo que permite familiarizarse rápidamente con el entorno 3D, pudiendo crear rápidamente y sin demasiada dificultad modelos más o menos sofisticados en 3D. Los modelos creados con esta herramienta podrán exportarse y utilizarse en programas más sofisticados como puede ser Maya, o directamente en Unity.

A continuación, pasaremos a los apartados dedicados a la animación, y más en concreto a la animación 3D. Aunque el objetivo de este master no es formaros como animadores de 3D, ya que esta disciplina requiere muchas horas de formación, sí que es importante que si vais a dedicaros a la creación de videojuegos tengáis cierta idea del proceso para realizar las animaciones, y tener así criterio como para saber que necesitáis y cómo debería hacerse. No hay que olvidar que, en un proyecto de videojuegos, hay un equipo de profesionales, cada uno especialista en un área.

En este apartado os hablaremos de los 8 principios básicos de la animación tradicional que fueron redactados por el equipo de animadores de Disney y que siguen estando vigentes.

También hablaremos de otros conceptos a tener en cuenta a la hora de querer representar el movimiento en animación, como son las leyes de Newton, la velocidad, el ritmo, la fluidez, la deformación, etc.

## Objetivos

Los objetivos del módulo son los siguientes

Objetivos de modelado:

1. Conocer las fases de producción de un proyecto de videojuegos.
2. Conocer los conceptos básicos del modelado en 3D
3. Conocer las diferentes técnicas de modelado en 3D
4. Familiarizarse con el entorno de trabajo de los programas de 3D
5. Saber aplicar las diferentes técnicas de modelado utilizando SketchUp.
6. Saber aplicar las luces a un escenario 3D

Objetivos de animación:

1. Conocer el lenguaje del movimiento y las leyes básicas de la animación.
2. Utilizar creativamente las diferentes técnicas y estilos propios de animación.
3. Hacer un uso adecuado del lenguaje del movimiento
4. Iniciarse en el uso de las herramientas de animación por ordenador en 3 dimensiones.
5. Planificar de forma global las estrategias de la producción de la animación.
6. Potenciar la capacidad de análisis, observación y crítica ante una obra audiovisual.





## 1. El proceso de producción

En otras asignaturas de este máster habéis trabajado principalmente la parte más técnica de la realización de los videojuegos, la programación. En esta trabajaremos los principales medios que usaremos en nuestros videojuegos, pero antes de entrar en detalle en estos, creo que vale la pena hablar un poco de la planificación que hay que contemplar desde el primer momento.

Cuando nos planteamos el proyecto de realizar un videojuego, es importante hacer una buena planificación para asegurarnos que el proyecto no se vuelva inviable. Para ello podemos pensar en tres fases:

- Preproducción
- Producción
- Postproducción

En cada una de estas fases incluiremos las diferentes tareas que son importantes de realizar:

- **Concepción:** Se decide el género, cómo se juega, el guión gráfico.
- **Diseño:** Se desarrolla la historia, el guión técnico, la dirección de arte (aspecto general del juego), el sonido, la mecánica del juego, el diseño de la programación.
- **Planificación:** Se definen todas las tareas, quien las hará y en que momento
- **Diseño de interfaces**
- **Diseño de los personajes y escenarios**
- **Modelado de los personajes**
- **Creación de los escenarios**
- **Texturización**
- **Rigging** (o articulación)
- **Animación**

- **Iluminación**
- **Sonido**
- **Incorporación de los medias**
- **Programación**
- **Fase de pruebas**
- **Distribución y marketing**
- **Mantenimiento y actualizaciones**

Aunque no vamos a entrar en detalle en analizar cada una de las fases de producción de un proyecto de videojuegos, pues no es el objetivo de esta asignatura, sí que creo que es importante hablar un poco de ellas, sobre todo de las relacionadas con la creación de los medias.

### **Fase 1: Preproducción**

En esta fase ponemos los cimientos de la producción. Tenemos una idea, escribimos la historia en forma de guión, estructuramos la historia en secuencias elaborando el *storyboard*, decidimos cómo se juega, pensando en la interactividad y navegación, diseñamos los personajes y los escenarios.

### **Fase 2: Producción**

Es en esta fase donde empezaremos a elaborar los diferentes medias: modelaje en 3D y articulación (*rigging*), creación de texturas, animación y efectos sonoros y música.

Aunque en grandes proyectos hay un equipo para cada una de estas tareas, no siempre es así y nos podemos encontrar que la persona que crea los modelos en 3D, también será quien les de estructura y los articule, además de que también puede ser quien cree los mapas UV (coordenadas de puntos 2D) para el departamento que haga las texturas.

La transición de los bocetos 2D al 3D no siempre es sencillo y requiere de mucha habilidad. Cuanto más detallados sean los diseños de los personajes, escenarios, atrezzo, etc, más fácil lo tendrán los encargados de crear digitalmente estos personajes o escenarios.

El **modelador** sigue las pautas de los diseños hechos en preproducción. Cuantos más detalles le den, mejor resultará el producto final. Pero no basta con modelar algo perfecto. Debemos tener en cuenta que estos personajes han de moverse y al crear sus articulaciones hemos de tener muy claro donde colocar sus puntos de anclaje para que el movimiento sea natural.

Una vez modelados los personajes y objetos que hay que animar, el departamento de **rigging** se encarga de articular el personaje para que a continuación el animador pueda hacer bien su trabajo. Básicamente se trata de crear un esqueleto con sus cadenas de huesos para que funcionen según nuestras necesidades. Es establecer las diferentes interrelaciones entre las diferentes partes del cuerpo.

Una vez aprobados los modelos 3D de los personajes se pueden empezar a **crear los escenarios** donde se incluyen todos los **objetos** y **atrezzo**.

A la hora de crear los diferentes objetos (siguiendo siempre las directrices del equipo de diseño de preproducción) hay que tener en cuenta los diferentes puntos de vista que hacen que cambie la percepción del escenario.

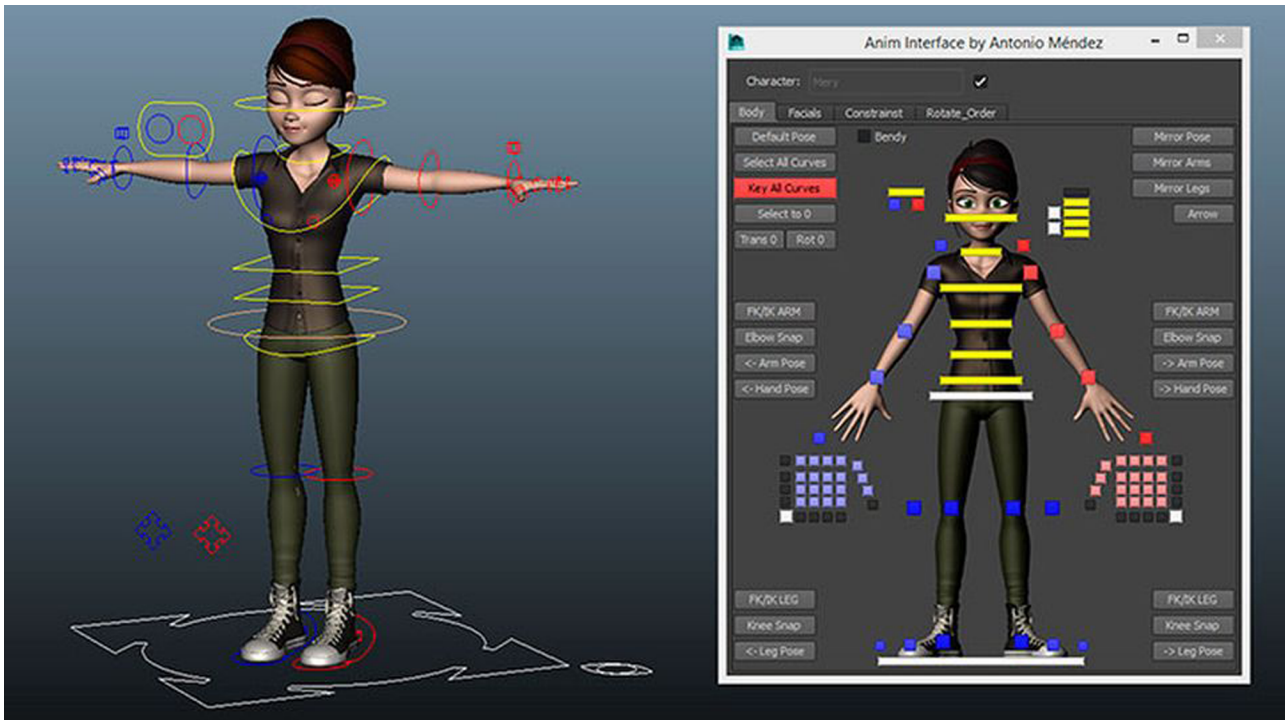
El nivel de detalle de un objeto no será el mismo si va a estar en un primer plano o en un plano general. El haber hecho el storyboard nos ayuda a la hora de modelar estos objetos. Si sabemos que hay una caja que el jugador debe coger y abrir, deberemos modelarla con más detalle que si esta caja solo está «de relleno» y no tiene ningún protagonismo. Ahorraremos mucho tiempo de modelaje si partimos de un storyboard y un buen guión donde todo esto esté especificado.

Pero para crear escenarios en videojuegos no siempre es necesario crear objetos 3D con mucho detalle, pues puede resolverse aplicando texturas donde ya están estos detalles y así evitamos horas de modelaje.

A partir de los modelos, los **diseñadores de texturas** dan vida a los diferentes personajes y objetos, creando mapas a partir de fotografías o creando imágenes que simulan superficies reales. Las texturas las haremos en un programa como puede ser **Photoshop** y las aplicaremos al modelo utilizando un mapa UV (se asigna una coordenada para cada vértice del objeto que más adelante se va a interponer)

El trabajar conjuntamente el modelador y el diseñador de texturas es muy recomendable, ya que si el modelador tiene en cuenta las necesidades a la hora de crear las texturas, podrá modelar de tal forma que el diseñador no pierda el tiempo. Por eso es necesario que el modelador sepa desenvolver mapas UV, pues así lo tendrá en cuenta a la hora de crear el modelo 3D y facilitará su trabajo al diseñador de texturas. Debemos tener en cuenta el número de vértices de los polígonos pues pueden dificultar el proceso de desenvolver el modelo.

A continuación pasamos los personajes y objetos a los que hay que dar movimiento, al equipo de **Rigging**, para que los articulen. Se acostumbra a pasar el personaje en pose relajada o en T(personaje de pie con los brazos extendidos).



<http://www.cgmeetup.net/home/mery-rig-free-maya-character-rig-female-character-rig/>

Y para acabar llega el modelo al **equipo de animadores**. Estos les dan vida y transmiten emociones. Trabajan con material de referencia, videos y la observación del mundo que les rodea.

Los **efectos** son todos los elementos de la animación que no son objetos: fibras, pelo, agua, fuego y humo, telas...Estos acostumbran a ser animaciones secundarias (las que se derivan de una acción principal). Es importante que la geometría del modelo sea limpia y ligera de polígonos.

La **iluminación** juega un papel muy importante en el resultado final, por que define el tono, el color y la atmósfera. Es importante que además de iluminar correctamente una escena, la continuidad con otros planos dentro de la secuencia sea la correcta.

La creación de la banda sonora, efectos sonoros y voces también se realizarían en esta fase.

En paralelo, el equipo de programadores trabajará con el motor del juego donde se implementarán todos los medios en los que hemos trabajado.

Una vez tengamos ya una primera versión operativa se probará con usuarios para detectar posibles errores o fallos y se implementarán las mejoras antes desacarlo al mercado.

### **Fase 3: Post-producción**

Una vez hecho el lanzamiento del videojuego y en paralelo a las campañas de marketing, seguiremos trabajando en mejoras y actualizaciones que nos vendrán dadas por los comentarios de los usuarios. Cualquier videojuego debe mantenerse vivo y debe crecer y evolucionar respondiendo a las necesidades del mercado.

## 2. El Modelado

### 2.1. Principios básicos del modelado

Para modelar en 3D, no existe un único método. Cada modelador utilizará su propia técnica para obtener al final un mismo modelo y todos los métodos serán igualmente válidos.

Cada técnica permite solucionar diferentes problemas. El conocer una amplia gama de técnicas te hará ser un modelador más eficaz, de esta forma, para cada tarea sabrás con que técnica hacerla, de forma intuitiva.

Cada modelo 3D está compuesto por una serie de puntos situados en el espacio llamados **vértices** (*vertices*), los que se conectan para formar **aristas** (*edges*), que a su vez dan origen a las diferentes caras del **objeto** (*polygons*). El conjunto que forman todos estos elementos reunidos se denomina **mall**a (*mesh*).

Para cualquier modelador es vital la observación de todo lo que le rodea. Sin tener referencias reales es imposible hacer un buen trabajo. Nadie es capaz de recordar todos los detalles de un objeto real e intentar plasmarlos fiándose sólo de su memoria. Para que algo parezca real, hemos de tener como referencia algo real. Un buen ejercicio para alguien que se inicia en el modelado en 3D es copiar objetos reales.

Pero no es suficiente el copiar exactamente la forma, con todos sus detalles sino «entender» al objeto. Saber para que sirve, cómo se usa, si tiene defectos por el uso, si forma parte de la naturaleza o lo ha creado el hombre...

### Creación y modificación

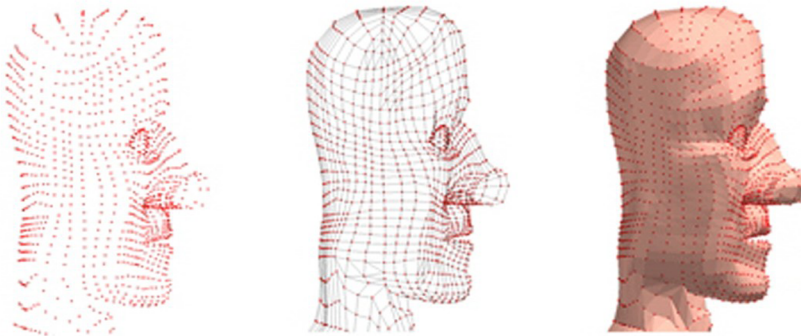
**Creación y modificación** son los dos conceptos básicos que intervienen en la obtención de modelos tridimensionales, tanto en relación con la escenografía y los objetos estáticos que componen la escena, como para los personajes y otros elementos móviles.

El proceso habitual consiste en la **creación de formas geométricas simples** en las que se van introduciendo **modificaciones** hasta obtener la forma final. Estos dos grandes conceptos, que se encuentran claramente diferenciados en la interfaz del programa, son en realidad los dos grandes contenedores de recursos del 3D, entre ellos se reparten todas las herramientas de modelado.

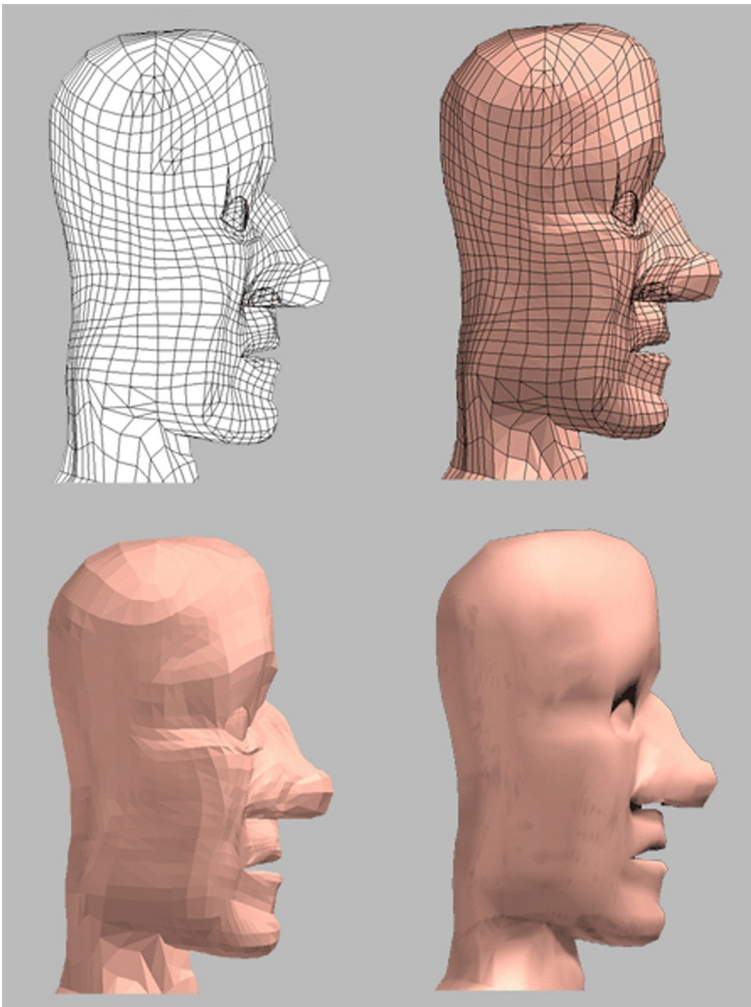
## Los vértices

Los **vértices** son los elementos más básicos del objeto 3D. Son los puntos clave que definen el objeto, y están dotados de tres coordenadas (X, Y, Z) que los sitúan dentro del espacio tridimensional de la escena.

El programa utiliza los vértices de un objeto para hacer la mayoría de sus cálculos.



Las caras constituyen el plano resultante de una relación cerrada de vértices. Por ejemplo, tres vértices equidistantes entre ellos forman un triángulo; cuatro vértices equidistantes entre ellos forman un cuadrado. Cuatro vértices no equidistantes, a menos que se sitúen en línea recta, forman un trapecio. Las caras comparten vértices entre ellas, se relacionan entre sí a través de los vértices en su situación X, Y, Z. Las superficies definidas por la relación de tres vértices son los polígonos. El polígono más simple es un triángulo, formado por la relación de tres vértices. Por debajo ya no hay superficie, sólo una línea recta.



## Las primitivas

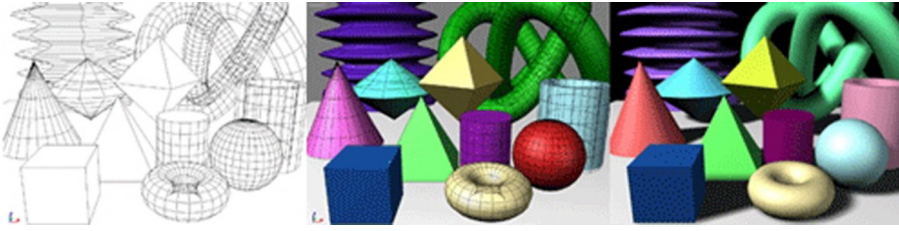
Las primitivas son objetos tridimensionales, básicamente geométricos, que el programa genera sin necesidad de modelado: **cubo, esfera, cilindro, pirámide, tubo**, etc.

En sus valores por defecto están formadas por un número lo más reducido posible de vértices: para una pirámide serán 5 vértices, 4 para la planta y uno para el alzado; para un cubo, 8; para una circunferencia y para una esfera, los mínimos para ser entendidos como tales en sus redondeces.

Los objetos creados por primitivas son inmediatamente editables, de manera que se pueden modificar las características iniciales y multiplicar las caras hasta la saciedad, en todas sus superficies, haciéndose más tupida la malla, y más redondeada la forma definida por las curvas.

La mayoría de programas de 3D disponen de bastantes herramientas para manipular y combinar formas a partir de primitivas.



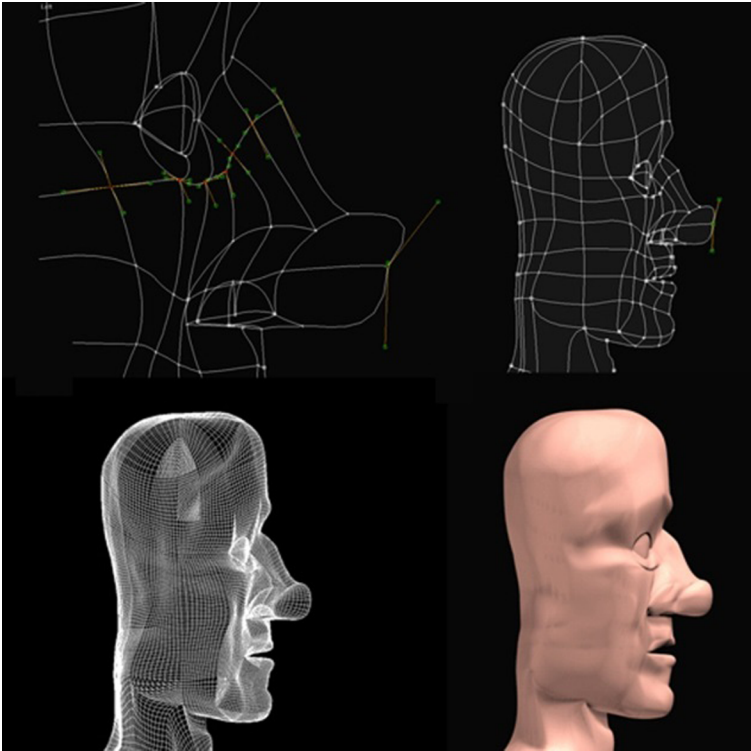


Las formas primitivas tienen un gran protagonismo en el proceso de modelado, por mucho que se hayan desarrollado métodos más complejos. Muchos de estos métodos se aplican a partir de la creación de primitivas. En el campo arquitectónico, para la construcción de edificios virtuales, las primitivas son fundamentales, así como para el modelado de todos los objetos de carácter geométrico, la realidad está llena de objetos que se pueden reproducir a partir de primitivas. Incluso las escenografías de aspecto más orgánico suelen tener una base estrictamente geométrica.

### Las *splines*

Las *splines* son líneas y grupos de líneas que se utilizan para generar las superficies de los objetos, para generar superficies de revolución, para definir el recorrido de movimientos de personajes, luces y cámaras, y para muchos otros usos.

Cuando se utilizan para modelar objetos, las *splines* se organizan en el espacio 3D buscando las intersecciones entre ellas, y conectándolas por vértices, de manera que dibujen las líneas básicas del objeto. Las *splines* se manipulan actuando sobre sus vértices, los segmentos de la línea o sobre toda la *spline*. Los vértices se pueden definir con diferentes características, si son Bézier ofrecen unas asas que permiten crear curvas muy precisas entre los segmentos. Las conexiones entre vértices deben establecer superficies definidas como mínimo por 3 vértices, y como máximo, por 4. Descrita toda la forma del objeto con líneas clave, se le aplica un generador de superficies (*surface*) que crea la malla de acuerdo con estas líneas maestras.



## Las mallas

El objeto 3D se define a través de una determinada cantidad de polígonos organizados en el espacio tridimensionalmente. Esta organización crea la **malla** de un objeto, adaptada a todos sus detalles volumétricos.

Está formada por una retícula de líneas, dispuestas en vertical y horizontal, que unen a los vértices definiendo superficies. Hay un vértice en cada intersección de dos líneas. La malla es la epidermis del objeto, su superficie tiene la capacidad de contener y mostrar los colores y materiales del objeto, sus características de reflexión, opacidad o transparencia, las texturas y mapas de bites asociados y los mapas de relieve (*bump-maps*).

Dotándolas de una categoría *mesh*, las mallas son modelables a partir de sus vértices, caras, polígonos y elementos. Las primeras versiones de los programas 3D, aplicados a los ordenadores estándar, no ofrecían muchas posibilidades de modelado, de manera que el gran recurso fue la manipulación de los vértices de las formas primitivas, desplazándolos, agrupándolos o separándolos, modelando la malla como si se tratase de plastilina.

La cabeza y la cara de un personaje salían de una esfera, las extremidades, de cilindros. Este modelado a través de la manipulación de los vértices se hacía de manera manual, obligando al modelador a una gran habilidad escultórica y de orientación espacial. Súmese a las dificultades, el hecho de que, en aquel momento, la visualización de las formas en las ventanas de trabajo de los pro-

gramas 3D se limitaba a las mallas, sin la representación simple de superficies que se ofrece actualmente, y el hecho añadido de que el render era mucho más lento que en la actualidad, por la poca potencia de los ordenadores.

### El modelado por cajas

El **modelado por cajas** (*boxmodelling*) es similar al de primitivas ya que se empieza también con una forma primitiva que generalmente es un cubo. Los elementos adicionales se crean extendiendo o clonando grupos individuales de polígonos, de esta forma el modelador cuenta con mucha más geometría para construir el modelo.

El modelado de cubos es una forma rápida de crear objetos complejos y suaves a partir de mallas sencillas.

### La fusión de objetos

Durante un tiempo representaron un método de modelado integral, revolucionario para los medios de la época.

La **fusión de objetos** (*metaballs*) consiste en construir la volumetría de un objeto 3D a partir de esferas que tienen la capacidad de fusionarse entre ellas en diferentes valores de dureza, totalmente determinables.

De esta fusión surge la malla del objeto. Actualmente se utilizan en algunos sistemas de partículas.

### Nurbs

Seguramente es uno de los métodos de modelado más utilizado actualmente, especialmente para la creación de mallas de aspecto orgánico o sinuoso, y superficies curvas.

Se utiliza a partir de *splines*, para llegar a la malla 3D mediante un gran número de posibilidades de manipulación. Un alto dominio de sus modificadores permite llegar a desarrollar modelos con unos niveles muy altos de complejidad en un tiempo óptimo.

### Escultura digital

Gracias a la capacidad de utilizar millones de polígonos, un modelador puede manipular una malla de base utilizando un sistema de pinceles que le permiten crear mallas fotorrealistas, con un gran nivel de detalle. Este método resulta muy atractivo ya que permite alcanzar un gran nivel de realismo fácilmente.

Los programas de escultura digital imitan las técnicas de modelado tradicional. No sólo se utiliza para el modelado para cine y videojuegos sino que también se utiliza para prototipos de la industria, juguetes, joyería, ilustración científica, etc.

Se ha popularizado significativamente gracias a su aplicación en el mundo de la Impresión 3D.

Pero es importante tener en cuenta que no es adecuado crear un modelo sólo con programas de escultura digital si nuestra intención es animarlo después, ya que estos modelos no están preparados para una buena deformación.

Presentamos a continuación algunos programas de escultura digital. La información detallada de cada uno de ellos la podéis encontrar en si página web:

**Zbrush**, desarrollado por Pixologic en 1999, es un gran software de escultura y pintura digital y uno de los más utilizados en cine y en videojuegos. Cuenta con numerosas cantidades de características como Dynamesh para generar base de malla, ZRemesher para autoretopología, Fibermesh para crear cabello y mucho más que hace de Zbrush una herramienta profesional completa.

**Mudbox**, desarrollado por Skymatter, Inc. y actualmente es de Autodesk

**3D Coat**, desarrollado por Pilgway

**Polybrush**, desarrollado por Arseniy Korablev.

### **Modelar con texturas**

A partir de los modelos, los diseñadores de texturas dan vida a los diferentes personajes y objetos, creando mapas a partir de fotografías o creando imágenes que simulan superficies reales.

Las texturas las podemos crear en un programa como puede ser photoshop y la aplicaremos al modelo eD utilizando un mapa UV (se asigna una coordenada para cada vértice del objeto que más adelante se va a interponer).

Al aplicar estas imágenes y texturas al modelo, se crea un desplazamiento en la malla. Esto puede resultar de gran utilidad por que permite crear una geometría muy detallada en poco tiempo. Cuando aplicamos una textura a un objeto 3D,

la textura desplaza la geometría manipulando los puntos y le dan al modelo una variedad infinita de formas. De esta forma, los detalles del modelo los da la textura y no la geometría.

Es muy útil para modelar paisajes realistas, detalles de pelo, agua, etc.

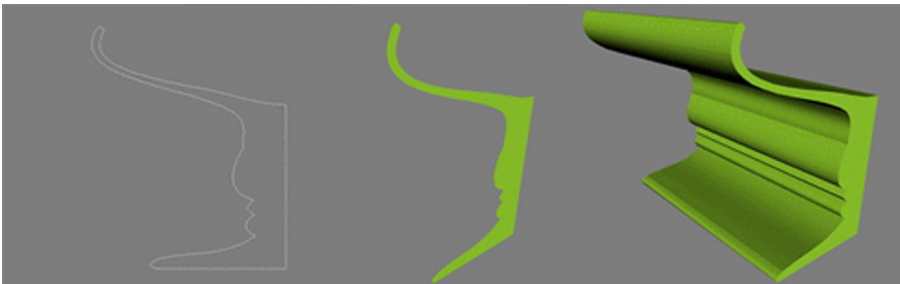
Si trabajamos utilizando desplazamiento de texturas, podemos utilizar mallas de baja resolución lo cual agiliza bastante el trabajo de producción y el animador puede trabajar mucho más deprisa.

## 2.2. Herramientas para formas concretas

Aparte de los métodos más generales de modelado, el 3D ofrece un cierto número de herramientas dirigidas a resolver, con mucha agilidad, formas concretas. Se describen aquí tan solo las más genéricas.

### Extrude

Funciona a partir del dibujo de una forma plana con splines. Una pieza de un puzzle, por ejemplo, definida por las curvas de su perímetro. El extrude convierte el dibujo plano en una forma 3D, proyectando, de manera regular y automáticamente, la profundidad o la altura según se utilicen valores positivos o negativos. Igualmente, se le pueden multiplicar el número de intersecciones, de cara a futuras modificaciones.



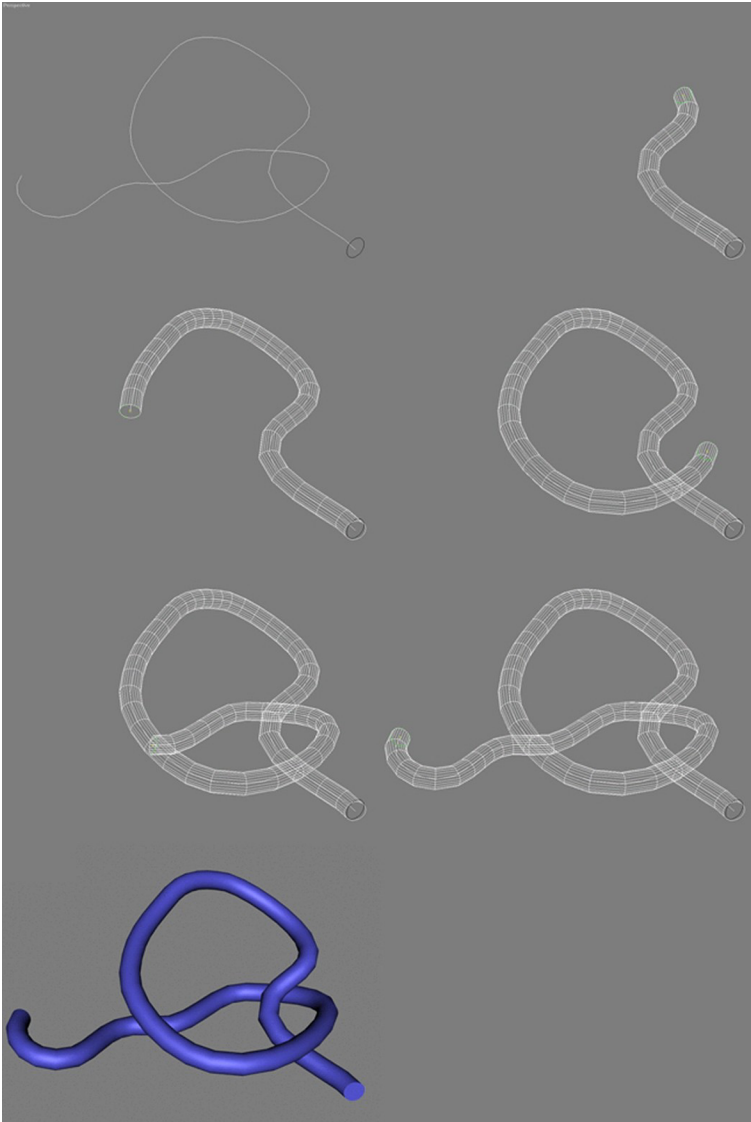
### Lathe

Funciona por rotación de 360° sobre su eje, de un dibujo plano hecho con splines, que representa el perfil del objeto. Se utiliza, por ejemplo, para modelar una copa o un jarrón o cualquier otro objeto, cuya forma se defina por el desarrollo circular y uniforme de su perfil.



## Loft

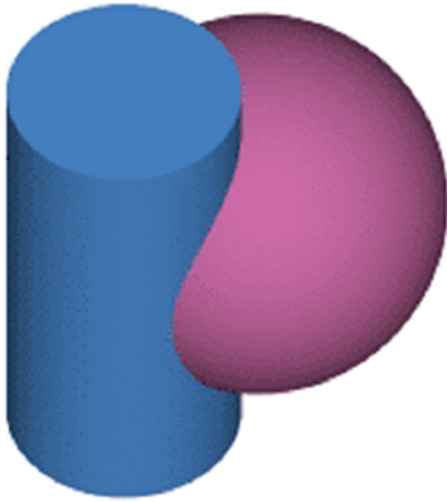
Funciona a partir de un cierto número de splines y sirve para desarrollar formas continuas, una manguera de riego, por ejemplo. En tal caso se necesitarían tan solo dos splines, la primera sería una línea tan larga y sinuosa como se quiera. Imagínese que la manguera está medio enrollada en el suelo. Esta línea funciona como path (camino), indicando el recorrido que hará la segunda spline, que en tal caso sería una circunferencia y determinaría no solamente la forma circular de la manguera, sino también su anchura. En el caso de una botella, se necesitarían 3 o 4 circunferencias situadas a lo largo del camino para que la malla se pudiera desarrollar de acuerdo con el cuello y el volumen de la botella.



## Boolean

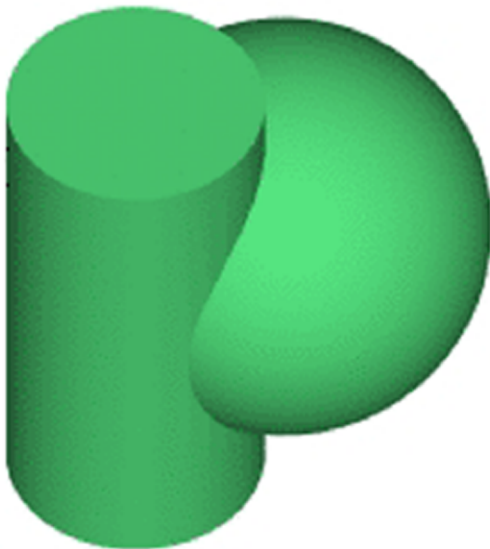
Las operaciones booleanas funcionan a partir de relacionar dos objetos tridimensionales en contacto o superpuestos en parte. Realiza entre ellos tres tipos de relaciones:

Posición de partida



1) **Unión.** Los fusiona en un solo objeto, haciendo desaparecer la parte de los dos que estaba superpuesta, que ocupaba el mismo lugar en el espacio.

Resultado de la unión de la esfera y el cilindro



2) **Intersección.** Tiene la función contraria a la anterior. Los fusiona igualmente en un solo objeto, pero hace desaparecer las partes que no estaban en contacto, superpuestas.



Resultado de la intersección de la esfera y el cilindro

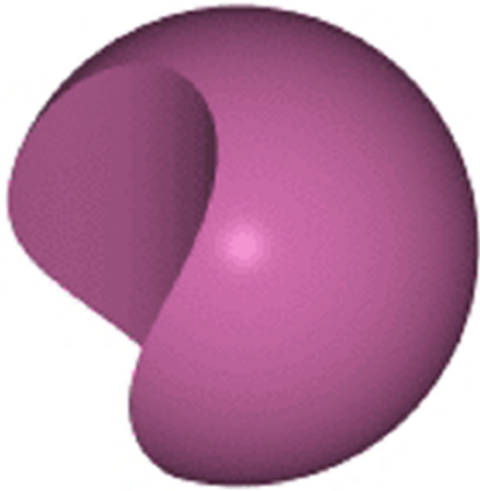


**3) Sustracción.** Uno de los dos objetos desaparece, restando al que queda la parte superpuesta. Recorta la parte en contacto. Permite determinar cuál de los dos objetos realizará la sustracción sobre el otro (A-B o B-A).

Resultado de la sustracción de la esfera al cilindro



Resultado de la sustracción del cilindro a la esfera al cilindro



### Partículas

Se podrían describir también dentro de los apartados dedicados a la animación o el de los efectos especiales, porque se utilizan con diferentes finalidades. Son objetos que se replican a sí mismos en formas diminutas, realizando su acción en la línea de tiempo para simular efectos concretos: nieve, lluvia, polvo, humo, agua, etc. Funcionan a partir de la emisión de un flujo de formas geométricas, planas o tridimensionales, más o menos diminutas: partículas.

La emisión, el recorrido y otras características de esas partículas se controlan con diferentes parámetros, tales como la potencia del flujo, la dispersión, la dirección (que puede ser determinada por un path), las colisiones, los impactos entre ellas y con las otras superficies, la fricción, etc. También son animables con movimientos preestablecidos y con parámetros de gravedad y de aleatoriedad. Se pueden combinar con materiales para producir flujos de agua, de fuego, de humo, explosiones, etc.

### Librerías

No todos los elementos de la escena se deben crear necesariamente de nuevo. Existen a disposición de los usuarios del 3D muchas librerías de objetos ya modelados, texturados y a punto de ser animados, de muy diferentes calidades y prestaciones. Normalmente, sin embargo, por amplia que sea la oferta, resulta difícil de encontrar el objeto exacto que se necesita.

Los mismos programas 3D acostumbran a incluir librerías más o menos extensas en su paquete. El problema que conlleva la utilización sistemática de objetos de librería es que se puede acabar viendo objetos que se utilizan en animaciones propias en las animaciones de los demás, de manera que las animaciones se homogeneizan.

### **2.3. Clasificación de los modelos**

Podemos establecer dos clasificaciones para los modelos 3D: de superficie dura y orgánicos.

#### 1) Superficie dura:

- Objetos que van a estar estáticos
- Mallas que integran bordes duros o formas sencillas que se unen con bordes definidos.
- Con atributos como la piedra, el metal...
- Pueden crearse a partir de menos polígonos

#### 2) Orgánicos:

- Objetos que van a moverse
- Si la malla puede transformarse suavemente para adquirir otras formas.
- Con atributos de tejido viviente, como animales, plantas o personas.
- Usan mallas orgánicas con más polígonos y subdivisiones.

Esta diferenciación entre ambos modelos no se puede seguir a rajatabla pues muchas veces que se combinan características de ambos.

Pero de forma genérica, podríamos decir que los personajes, animales y plantas (los que existen en la naturaleza) los podemos catalogar como orgánicos y los modelos para arquitectura, vehículos, productos mecánicos...(los que ha fabricado el hombre)son de superficie dura.

### **2.4. Recuento de polígonos**

Para poder llegar a controlar el modelaje en 3D, hay que saber controlar el número de polígonos de las formas, no sólo por que así será más fácil trabajar con ella de cara a poder hacer animaciones o aplicar texturas, sino prin-

principalmente por que los tiempos de cálculo para el render disminuirán, algo realmente importante si estamos hablando de **render a tiempo real**, que es lo que sucede en los videojuegos.

Todos los motores de render trabajan con polígonos triangulares, con lo cual, cuando hablamos de número de polígonos, nos referimos al número de triángulos. Si la malla es de polígonos de 4 puntos, el motor de render realizará una conversión a tiempo real hasta convertirlos en polígonos de 3 puntos (un cuadrado se convierte en dos triángulos).

Cada polígono debe tener un propósito y si no lo tiene, hay que descartarlo.

### ¿Cómo sabemos cuántos polígonos necesitamos?

Dependiendo del nivel de detalle que necesitemos utilizaremos más o menos polígonos. Sólo utilizaremos una geometría detallada cuando sea imprescindible.

Al modelar un personaje humano, si nos fijamos en su brazo, el número de polígonos que usaremos para modelar las manos será mayor que para el brazo, ya que la mano va a realizar movimientos mucho más detallados que el brazo.

Pero también hay otros condicionantes que influirán en la decisión de utilizar una geometría más o menos compleja:

- Vamos a verlo de cerca o de lejos. Cuanto más cerca lo tengamos, más detalle hemos de darle.
- ¿Estará en la zona iluminada o en la sombra. Si está iluminado, debemos darle más detalle.
- Lo veremos desde un único ángulo o desde varios. SI el encuadre varía, debemos dar detalle a los diferentes encuadres.

Lo que también es una práctica habitual es tener el mismo personaje/objeto con un recuento de polígonos diferente, para utilizar en cada caso el que consideremos más adecuado.

### Topología

Para modelar eficazmente también hay que conocer a fondo las bases de la topología de personajes, es decir, saber por dónde deben fluir los polígonos a fin de lograr una malla uniforme y que, a la hora de subdividirla pueda hacerlo sin dificultad. Lo aconsejable es trabajar única y exclusivamente con polígonos de 4 vértices (*quads*) y ningún vértice debe conectar más de cinco aristas. Los

de 3 puntos suelen dar más problemas y errores. Para áreas en las que no se necesite tanto detalle por que no van a estar tan visibles ni hay que animar, podemos utilizar polígonos de tres puntos para reducir la geometría.

### **Los bucles de bordes**

Los bucles de bordes es una técnica de manipulación de mallas de un modelo 3D que necesite ser modificado. Son bandas de polígonos dentro de una malla, que generan objetos fáciles de manipular.

Por ejemplo, los bucles de borde en un rostro ayudan a crear deformaciones predecibles en la animación facial (alrededor de los ojos y la boca).

Pero si no necesitamos mucho detalle y preferimos crear personajes de baja poligonización entonces no hará falta trabajar tanto la topología. El trabajo estará en crear la textura para simular los volúmenes.

### 3. Composición de la escena

Los objetos modelados individualmente, los personajes y las escenografías creados para obtener una imagen estática o desarrollar una animación integran la escena juntamente con las luces, las cámaras y otros recursos que se utilizarán para producir una animación o bien una imagen estática 3D.

#### 3.1. Luces y volumen

La sensación de volumen de la imagen resultante del 3D, como todas las imágenes planas, se obtiene a través del uso de la perspectiva y la profundidad de campo, pero sobre todo, de la iluminación. Así funciona también en la realidad, el impacto de la luz sobre los objetos crea el claroscuro, define unas partes y oscurece otras con la sombra. Esta combinación de luz y sombra y la gradación de grises intermedia que crean, el claroscuro, informa de las características volumétricas de la forma cuando no se percibe directamente la profundidad.

Cuanto más definido sea el claroscuro con que se visualiza una forma, mayor será la sensación de volumen que experimentaremos.

Las luces en el 3D son las máximas responsables de la transcripción de la escena tridimensional a la imagen final 2D, como pasaría con una escena del mundo real fotografiada. Tan importante es la utilización de las luces en el 3D, que de ellas resulta buena parte de la idiosincrasia de su imagen.

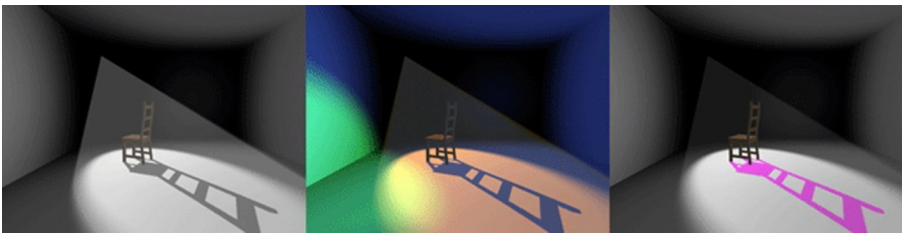


#### 3.2. Las luces en el 3D

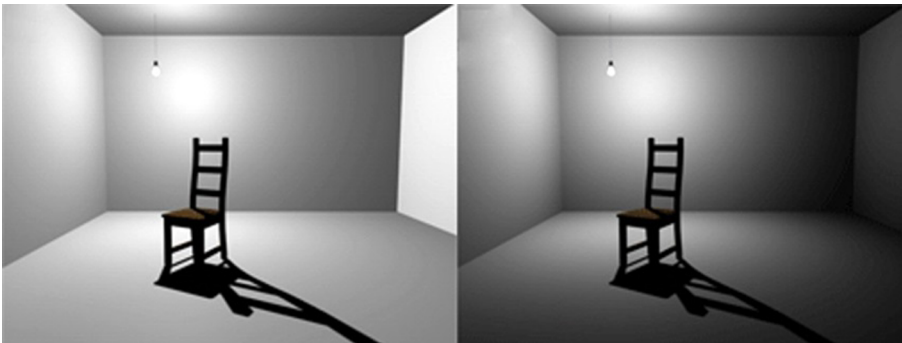
Las luces de la escena 3D están concebidas a semejanza de los recursos de iluminación de un plató cinematográfico o de un escenario teatral. Es decir, las luces del 3D se quieren comportar como las luces reales. Naturalmente, se diferencian de las reales por su inmaterialidad, por su virtualidad, ni pesan ni ocupan espacio ni se ven, de modo que no condicionan la composición del plano. El iluminador de una escena 3D no se debe preocupar de esconder los focos de la vista de la cámara.

Una diferencia igualmente ventajosa respecto de los recursos de iluminación reales es la posibilidad de que una luz virtual afecte o excluya selectivamente los objetos de la escena y, de la misma forma, las sombras que proyectan o que reciben los diferentes objetos de la escena. Igualmente, el color de la luz en el 3D no depende de filtros superpuestos al foco, sino de los porcentajes de RGB que se determinen. La potencia de la luz y la oscuridad o el color de las sombras, también se determinan numéricamente.

Las luces del 3D se pueden complementar con efectos atmosféricos dirigidos a copiar la realidad, como la sensación atmosférica del haz de luz que proyecta una lámpara, o el típico revoloteo de las partículas de polvo dentro del haz de luz.



El programa hace una oferta que, de entrada, diferencia dos tipos de luces, las que expanden la iluminación radialmente, en todas direcciones, como lo hace una bombilla real, y las direccionales, que dirigen la luz como lo haría un foco.



## Omni

Las llamadas **omni** son luces que se comportan como una bombilla o como la iluminación producida por una hoguera, expanden la luz radialmente a partir del punto donde se produce.

Dentro de este criterio, la luz producida por una omni se puede expandir sin tener en cuenta límites espaciales, iluminando igualmente los objetos que tiene cerca como los que están a mucha distancia, sin perder intensidad. Pero

también es posible limitar su impacto actuando de una manera semejante a la realidad, es decir, la luz va perdiendo intensidad a medida que se va abriendo y alejando del punto de emisión.

## Spot

Se trata en este caso de luces direccionales que, como lo hace un foco, iluminan un solo punto concreto de la escena o un objeto en particular.

Como las omni, la luz emitida por una spot puede expandirse sin límites y sin perder potencia o se puede limitar a como lo haría la luz de un foco real. Por otra parte, la apertura de las spots es graduable de una manera semejante a la apertura de un objetivo de cámara. Es decir, permite focalizar sobre un detalle ínfimo o iluminar una parte importante de la escena. En las spots, la luz se proyecta a partir de su punto de situación y se va abriendo de forma cónica.

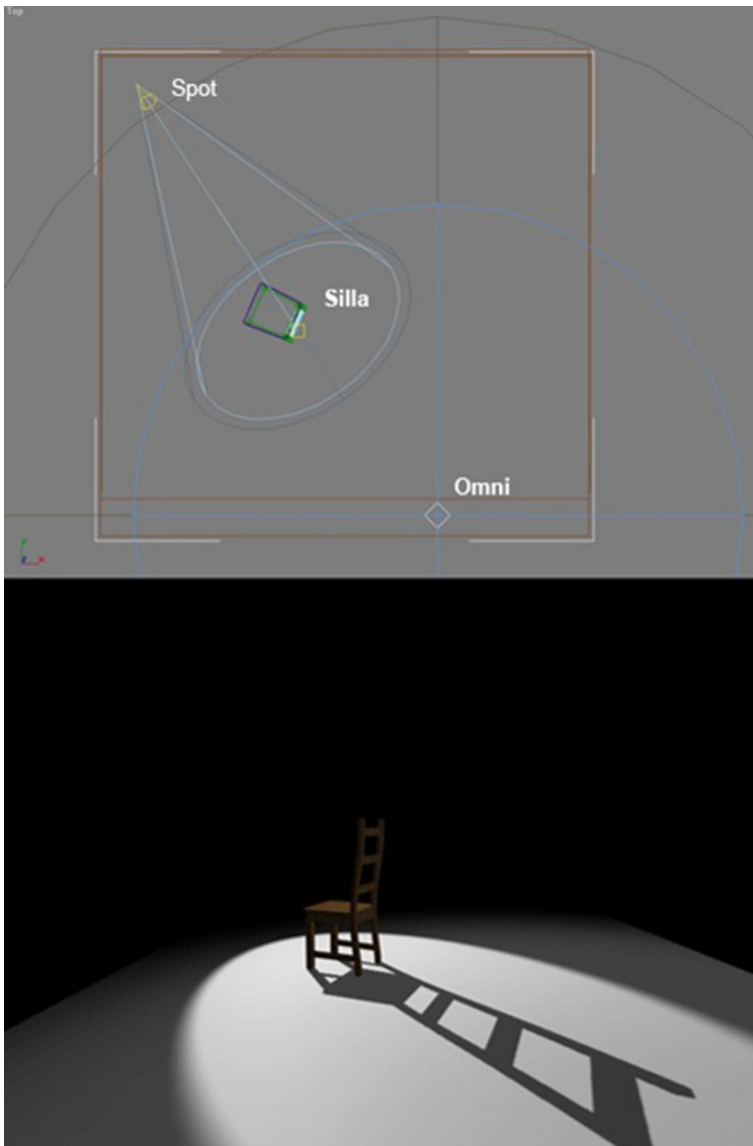
También se pueden utilizar como proyectores de mapas de bites, a la manera de un proyector real de diapositivas o de cuerpos opacos. En tal caso, la apertura puede tener una forma rectangular, como la de una pantalla.

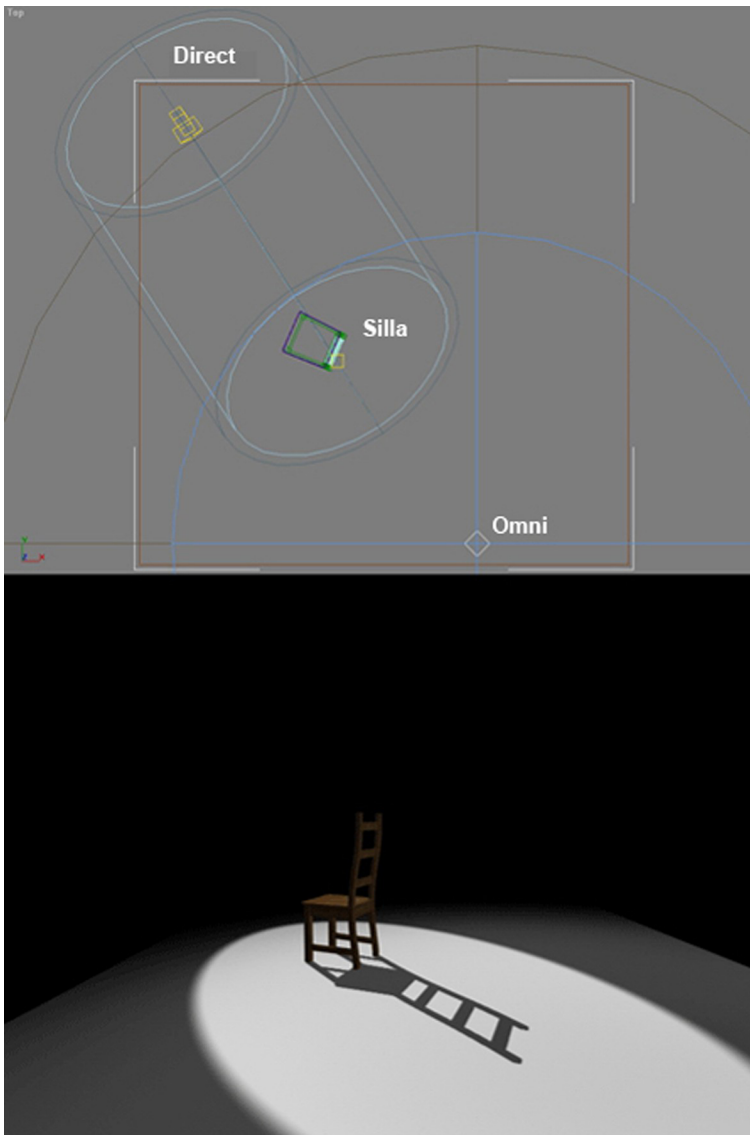
## Direct

Las llamadas de este modo son luces que funcionan en todo como las spot. Sin embargo, la proyección de la luz en este caso en lugar de ser cónica como la de las spots es cilíndrica. Es decir, el punto de emisión ocupa un espacio del mismo tamaño que el punto receptor.

En la realidad, una luz proyectada siempre se abre de manera cónica. La sombra de una figura proyectada en el suelo se va ampliando a medida que se aleja de los pies de la figura. Ello es debido a la proyección cónica de la luz. Ahora bien, la proyección de la sombra se ampliará más o menos en función de la distancia y del diámetro del foco de luz. Las direct, al dibujar un haz de luz cilíndrico, proyectan la sombra de un objeto con relación a su posición, pero la sombra no se ampliará por mucho que se aleje.







Las luces del 3D son animables, por interpolación, en todas sus características. Las radiales (omni) se pueden desplazar por la escena, las direccionales se desplazan animando la posición de la fuente (luz) y la de su objetivo (*target*). Igualmente, es posible animar su potencia; el color de la luz a través de sus valores de RGB; la difusión y el contraste. La apertura del foco (*hotspot*) y el degradado al entorno del foco (*falloff*). Los parámetros de atenuación de la luz y los parámetros de sus sombras, incluido el color de la sombra.

También se pueden utilizar opciones de mapas de sombras, que las interpretarán de diferente manera (*raytrace*). Sus parámetros se pueden particularizar en cada luz, como también unificar para todas las luces de la escena.

### 3.3. Utilización de las luces

Las luces en el 3D se utilizan de forma más parecida a las de un escenario teatral o de un plató televisivo, que a las de los entornos cotidianos. Es decir, como en el teatro y el cine, las luces del 3D actúan sobre la escena no solo para que

ésta sea visible, sino que actúan sobre ella combinando los intereses plásticos con los narrativos. Actúan de manera convencional, sujetas totalmente a unos intereses de guión.

En cualquier escena existe una luz principal, la que crea el efecto de iluminación general, nos indica dónde está el sol en una escena diurna al aire libre o crea una coherencia cuando ilumina el lado izquierdo de un personaje cuando la lámpara está a su izquierda. En la realidad, un personaje iluminado por una sola fuente de luz visible, situada a su izquierda, puede tener todo su lado derecho tan oscuro como la cara oscura de la luna. En un escenario o en una película o en una animación 3D, no. La parte en sombra tendrá corrientemente una luz de relleno que dibuje suavemente el volumen de esa parte en sombra. Es más: si la fuente de luz principal, que proviene de la lámpara es amarillenta, tal vez la luz de relleno sea ligeramente azulada para reforzar la sensación de escena nocturna. Véase como ejemplo de uso del dramatismo en iluminación. Si se trata además de una secuencia en la que intervienen diferentes personajes entre diferentes objetos, quizás haya que utilizar luces de contorno, para diferenciarlos ligeramente en los espacios que ocupan, para que los elementos de una escena no se peguen los unos a los otros y resulte todo más descriptible.

Tampoco hay nada en la realidad que impida que un personaje aparezca poco diferenciado del fondo, pero en un plató televisivo, sí. Los presentadores en los noticiarios, suelen estar iluminados desde detrás, casi cenitalmente, creándose un efecto de iluminación sobre sus espaldas y en sus cabellos, es la luz derebote (o luz de fondo), que impide que la imagen del presentador se integre con el fondo, que sobresalga del fondo para darle nitidez e importancia. Para agudizar el efecto de gravedad de los personajes sobre el suelo, tal vez debamos ayudarnos con una luz cenital, que refuerce la luz principal en la contundencia de las sombras. Pero el uso más sutil de las luces, quizá esté representado por las luces de contacto. Cualquier contacto que se desee enfatizar al espectador, un apretón de manos, un golpe, una caricia, unos pasos sobre el suelo, se puede intensificar con el uso de una luz que ilumine puntualmente ese contacto. Se suele hacer de manera sutil, pero así se consigue que el espectador perciba especialmente ese contacto.

Un ejemplo más diáfano por lo que respecta a la utilización de la luz: se dirá que, a diferencia del cine, en una obra teatral existe tan solo el plano general del escenario, es decir, no existe el primer plano. Esa es una realidad exclusivamente física, así son las cosas. Pero si la escena está en penumbra y un cañón de luz ilumina la cara de un actor situado en algún lugar de la escena, el público lo que percibe y lo que recuerda es un primerísimo plano del rostro del actor. Por lo tanto, las luces en cualquier medio sirven, en un todo, para contar la historia.

### **3.4. Las cámaras en el 3D**

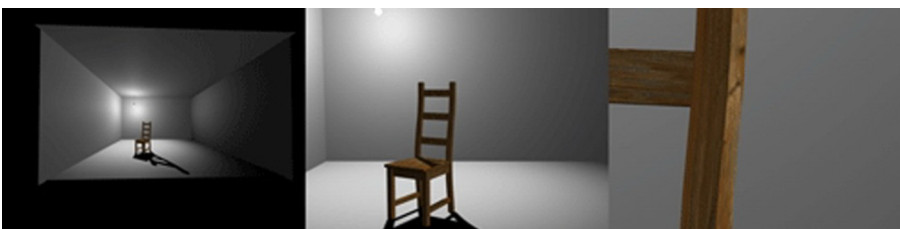
Las cámaras del 3D, como en el caso de las luces, imitan la realidad con las mismas ventajas. Si las luces podían actuar de un modo selectivo sobre los objetos de la escena, las cámaras pueden hacer lo mismo. Los objetos se pueden excluir de la visión de la cámara virtual, pero no necesariamente se deben

excluir todas las características del objeto. Por ejemplo, es posible excluir un objeto y en cambio fotografiar la sombra que ese objeto proyecta. Se puede excluir una pared para facilitar un recorrido de cámara, de manera que la cruce pero no la fotografíe, etc.



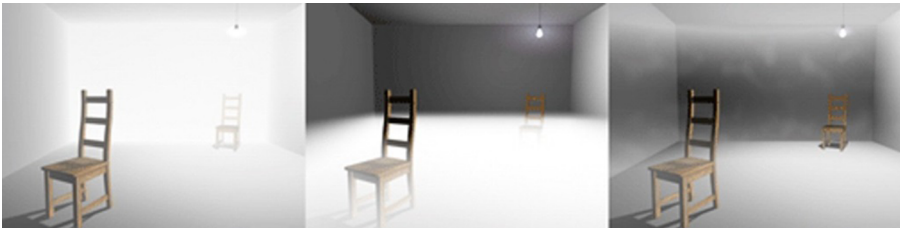
Con relación a las ventajas de la virtualidad, a diferencia de las luces, el hecho de que una cámara en la escena 3D no se vea, resulta indiferente, ya que todo lo que se fotografía se ve a través de ella. En cambio, es de una gran trascendencia el hecho de que la cámara virtual no pese ni ocupe espacio. La ingravidez permite al 3D hacer movimientos y seguir recorridos de cámara que en la realidad serían muy costosos o imposibles. De este hecho resulta un incremento de la espectacularidad de la planificación que ha contribuido en mucho a la creación de un lenguaje narrativo específico del 3D.

La apertura del objetivo de la cámara funciona de acuerdo a las convenciones establecidas con las ópticas reales, una apertura por grados a partir del campo de visión del ojo humano, unos 45°. Aumentando los grados se conseguiría un zoom y reduciéndolos, un angular. Existen una serie de aperturas prefijadas que coinciden con las habituales en la óptica de la cámara de fotografiar, pero de hecho, en el 3D se trata de una cuestión numérica que puede establecerse a voluntad.



También se permite fijar el enfoque en una determinada distancia, por ejemplo, enfocar el primer plano y desenfocar el fondo, como lo haría una óptica real. Así, es posible realizar los recursos habituales de las ópticas por lo que respecta al lenguaje narrativo, típicos de la fotografía, el vídeo y el cine.

La cámara se puede asociar con efectos atmosféricos de manera que, utilizados con suavidad, es posible fotografiar la profundidad de la escena con profundidades de campo, más nítido el primer término, más nublado el fondo. Utilizando valores más altos se puede llegar a fotografiar la escena dentro de una niebla tremenda. Como la densidad de la niebla depende del objetivo de la cámara, haciendo un recorrido por la escena así tratada, los objetos se irán haciendo nítidos a medida que la distancia se acorta y se irán perdiendo de vista a medida que la distancia sea mayor, de una manera muy realista.



Las cámaras son animables a través de la interpolación de los parámetros de su posición (cámara) y de la de su objetivo (*target*). Igualmente es animable la apertura de su «óptica» (*fov*). Las posiciones de la cámara y de su objetivo en el espacio, más la apertura de la lente, determinan el plano. Las cámaras del 3D son tan ágiles de mover que en la animación se tiende a prescindir del plano fijo, fomentando mucho, de este modo, el plano secuencia. Por lo menos, se tiende a buscar la continuidad entre los planos a través de los movimientos de cámara.

## 4. El movimiento

Aunque el objetivo de este master no es formaros como animadores de 3D, ya que esta disciplina requiere muchas más horas de formación, sí que es importante que si vais a dedicaros a la creación de videojuegos tengáis cierta idea del proceso para realizar las animaciones, y tener así criterio como para saber que necesitáis y cómo debería hacerse. No hay que olvidar que en un proyecto de videojuegos, hay un equipo de profesionales, cada uno especialista en un área.

### 4.1. Principios básicos de la animación

A finales de los años veinte del siglo pasado, un grupo de animadores que trabajaban en los estudios Disney redactaron, con la finalidad de homogeneizar todos los dibujos del estudio, un conjunto de leyes que facilitan la representación de éste y de otros conceptos. Aunque a lo largo del tiempo estas leyes han ido variando un poco y reajustándose a cada momento histórico, siguen aúnsiendo vigentes.

En la actualidad se habla de doce leyes o principios de animación, de entre estos, hay ocho que pueden considerarse básicos.

#### 1) Estirar y encoger

Consiste en exagerar las deformaciones de los cuerpos para dotar a los elementos de elasticidad. Si se abusa de él se obtienen con cierta facilidad sensaciones de comicidad o dramatismo. Si a un objeto se le aplica un estiramiento y un encogimiento adecuados, su representación gana en interés y credibilidad visual.

Como norma, un cuerpo al que se aplique este principio debe siempre respetar el total de su volumen.

Si imaginamos una pelota que choca contra el suelo veremos que mientras dura el contacto con ésta dicha pelota sufre un achatamiento, pero su volumen no varía, ya que mientras se va chafando va estirándose en un plano paralelo al suelo.

#### 2) Anticipación

Este principio está basado en el hecho de forzar a que el público lleve su mirada al lugar en el que está a punto de ocurrir la acción. Si imaginamos un lanzador de jabalina, veremos que toma carrerilla con el brazo, con el que aguanta la jabalina, echado hacia atrás. Justo en el momento de lanzar su brazo se va un poco más atrás y luego lanza rápidamente. En animación, a este momento de echar el brazo más atrás se le llama anticipación y se aplica a todo lo que se

mueve. Si esta aplicación se hace de forma exagerada, se obtienen los efectos cómicos que todos hemos podido ver infinidad de veces en películas de dibujos animados.

Muchas veces este principio se conjuga con el de encoger y con el exageración.

### 3) Exageración

La exageración ayuda a reflejar la esencia de la acción. Una gran parte de esta exageración puede ser obtenida durante los fotogramas que dure el encogido, el estirado y la anticipación de un objeto.

### 4) Entradas y salidas lentas

Con este principio se consigue dar importancia a la acción por el hecho de acelerar la parte central de la misma, mientras que se hacen más lentos el principio y el final haciendo por tanto una lectura más retórica de estos tiempos.

### 5) Arcos

Los arcos sirven para dotar de naturalidad aquello que estamos representando. Su uso está muy ceñido a representaciones de personajes u objetos que vayan a tener comportamientos similares a los de un ser vivo.

Si miramos cómo anda una persona, veremos que su cuerpo va moviéndose como a pequeños saltos. Las pequeñas flexiones de piernas, el balanceo del cuerpo, el movimiento de sus brazos o su postura global determinan el estado de ánimo y el esfuerzo que está haciendo en la acción que desarrolla. Por su cuerpo podemos saber si camina o corre, si sube o si baja, si es joven o viejo, si está triste o alegre, si...

En animación, a todos estos pequeños movimientos se los conoce bajo el nombre de arcos y cada personaje responde a un arco de movimiento determinado según la acción que desarrolle.

Así pues, una niña que corra por el escenario probablemente describirá un arco grande mientras que una anciana que ande muy despacio describirá un arco muy suave.

Al utilizar los arcos para animar los movimientos del personaje, le estaremos dando una apariencia natural, ya que todas las criaturas vivientes describen trayectorias curvas durante sus movimientos. Si no utilizamos estos arcos probablemente nuestros resultados tendrán un punto robótica, lo cual, algunas veces, también puede ser útil.

### 6) Acciones secundarias

Las acciones secundarias son los pequeños movimientos que complementan a la acción principal. Generalmente las acciones secundarias duran unos cuantos fotogramas más que lo que dura la acción principal. Una acción secundaria podría ser, por ejemplo, la falda de una mujer. Mientras ella anda, todo su cuerpo se mueve y la falda se desplaza con él, pero cuando ella se detiene

su cuerpo deja de moverse. La falda, sin embargo, permanecerá unos cuantos fotogramas en movimiento para simular la energía cinética que ha cogido la misma por el hecho de moverse con la chica.

Otro ejemplo podría ser el de unos personajes que viajan dentro de un vehículo, mientras éste avanza por el escenario, los personajes permanecen quietos, simplemente se desplazan dentro de él. Por el contrario, cuando el vehículo se detiene los personajes inician un ligero movimiento hacia delante para simular la detención del vehículo.

Esta pequeña variación de tiempos entre acciones principales y secundarias ayuda a dotar de credibilidad a la acción principal al tiempo que la refuerzan.

## 7) *Timing*

Es el tiempo que precisa un personaje para realizar una acción. La variación del tiempo proporciona la emoción y la intención necesarias en cada actuación. Las pausas de un movimiento pueden ser buen recurso para enfatizar una determinada acción.

## 8) **Personalidad**

La personalidad o apariencia como se le llamó en un principio, facilita la conexión emocional entre el personaje y el público. Debemos desarrollar nuestros personajes hasta darles un aspecto acorde con lo que van a representar dentro de la animación. El «bueno» ha de tener aspecto de muy bueno y el «malo» ha de tenerlo de muy malo.

### 4.2. **Ritmo**

Todo movimiento tiene su ritmo y para animar es preciso analizarlo para poder dar la sensación adecuada. El sentido del ritmo se puede ejercitar y desarrollar a medida que se aprende a animar.

En el tiempo de duración de un mismo movimiento y con la misma cantidad de imágenes, podemos aplicar ritmos distintos para dar sensaciones distintas. Cualquier acción que se anime tendrá una trayectoria que determinará la distancia del movimiento o el espacio que cubre la acción a animar. Todo ello estará ligado obligatoriamente al tiempo de duración de ese movimiento y a su ritmo.

### 4.3. **Peso y movimiento**

La forma de moverse de un objeto es siempre indicativa de su peso.

No se mueve igual un elefante que una mosca. El primero lo hará de forma pesada y con movimientos suaves mientras que la mosca se moverá deprisa y con movimientos ligeros.

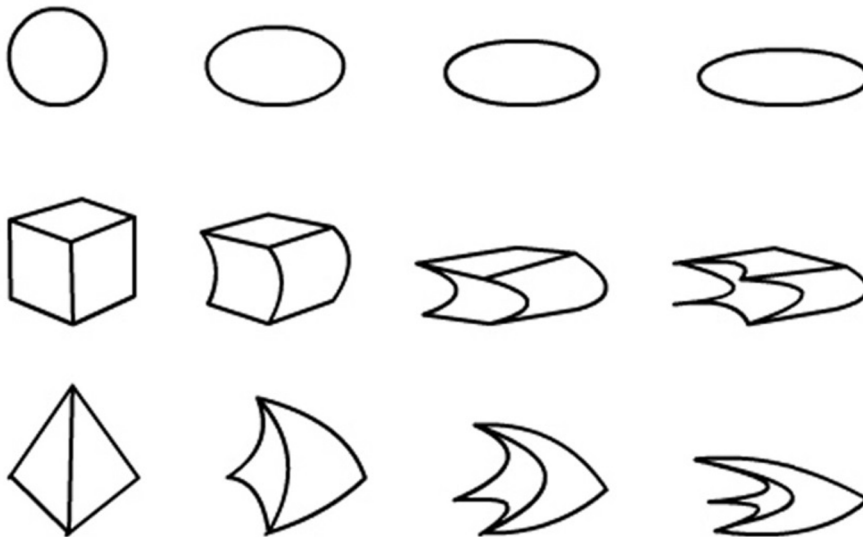
Ser conscientes de cómo sería aquello que queremos representar en la realidad siempre será una ventaja en el momento de animar.



Una correlación adecuada del peso de cada objeto o personaje con su representación en movimiento dará a éstos una personalidad propia, un aspecto que los hará diferentes a los demás y que mejorará mucho la credibilidad de la animación.

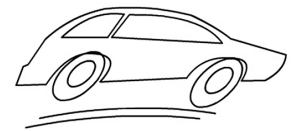
#### 4.4. Representar el movimiento en animación

Para mostrar un cuerpo en movimiento, no es suficiente con desplazarlo a lo largo de la línea de acción. Cada línea, cada detalle, debe indicar el movimiento, su continuidad, la dirección, el sentido y la velocidad. El movimiento engendra deformación y el grado de deformación dependerá del peso, la elasticidad, la velocidad del objeto... En consecuencia los objetos en movimiento se deformarán con frecuencia en la animación.

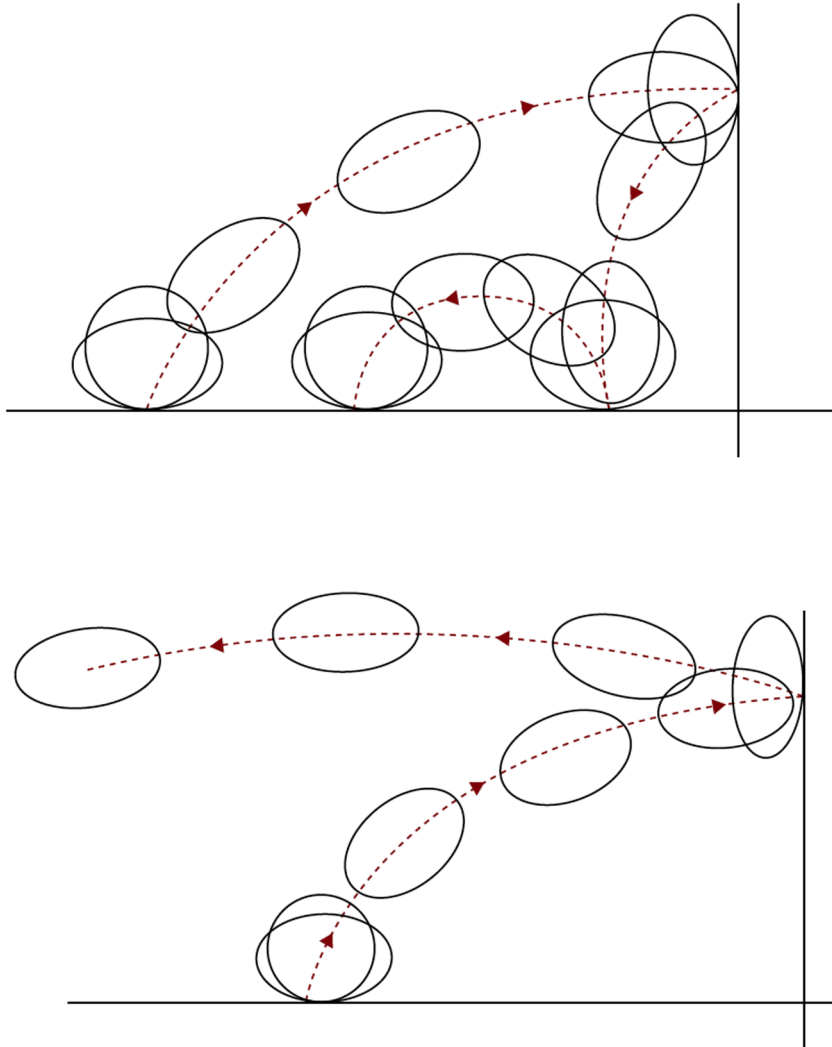


#### Ejemplo

También un coche rápido se levantará del suelo y tenderá a deformarse hacia la dirección que lo propulsamos:



Sabemos que la técnica para animar está basada en las leyes físicas de la naturaleza. Estas leyes las podemos ignorar, deformar o aplicar libremente. La animación es el arte que hace posible lo imposible, se desarrolla sobre una distancia o dentro de un cierto espacio. De la planificación del movimiento, de sus distancias, en su tiempo y su espacio, nacerá su propio ritmo. Con la animación podemos dar vida a cualquier objeto y conseguir que, con sus movimientos, transmita sentimientos humanos. Si tratamos de asociar el movimiento a la idea que queremos representar, encontraremos el ritmo. Al aplicar distintas velocidades a un mismo movimiento, veremos cambiar el sentido que queremos transmitir.



No obstante, si no conocemos estas leyes, no las podemos ni aplicar, ni alterar adecuadamente. Es imprescindible, por tanto, tener un conocimiento de los principios físicos de las leyes de Newton.

#### 4.4.1. Las leyes de Newton

Sir Isaac Newton (1642-1727) en 1687 descubrió las leyes que llevan su nombre. Nosotros solo tenemos que aplicarlas a la animación.

##### Primera ley de Newton

La condición necesaria y suficiente para que un punto material persista en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme es que la suma de las fuerzas que gravitan sobre él sea nula.

##### Segunda ley de Newton

A cada instante, la variación instantánea por unidad de tiempo de la cantidad de movimiento de un punto material es igual a la resultante de las fuerzas que gravitan sobre él.

### Tercera ley de Newton

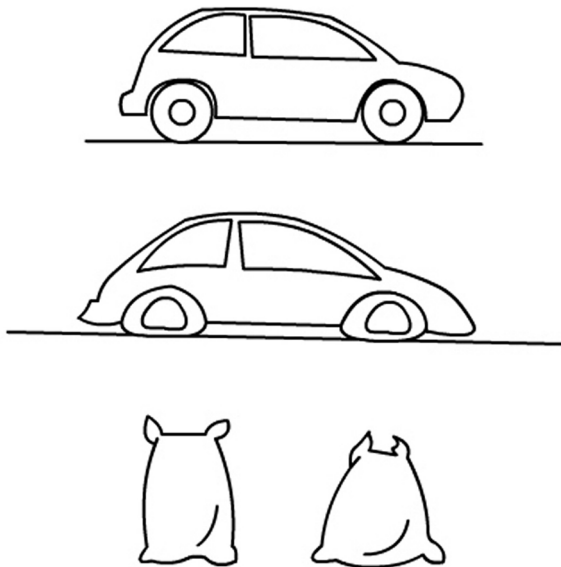
A toda fuerza de acción ejercida por un punto A sobre un punto B corresponde una fuerza de reacción, ejercida por el punto B sobre el punto A, que está opuesta a la primera, definiendo los movimientos de A y de B.

La aplicación de estas leyes parece muy complicada. No obstante, si analizamos cómo mover un objeto y qué preguntas son las que nos formulamos a la hora de animar, las descubrimos en la base de la técnica de la animación.

### Primera ley. La inercia

Para que un punto material persista en su estado de reposo tiene que estar inmóvil.

En animación, un cuerpo inmóvil tiene que dar la sensación de inmovilidad, no solamente porque esté quieto en la pantalla, sino porque esa inmovilidad corresponda a la caracterología del objeto o personaje que se esté animando. La exageración y la deformación serán también, por lo tanto, los procedimientos para animar la inmovilidad. El grado de deformación dependerá en gran parte del peso, el carácter o la sensación que queramos transmitirle al espectador.



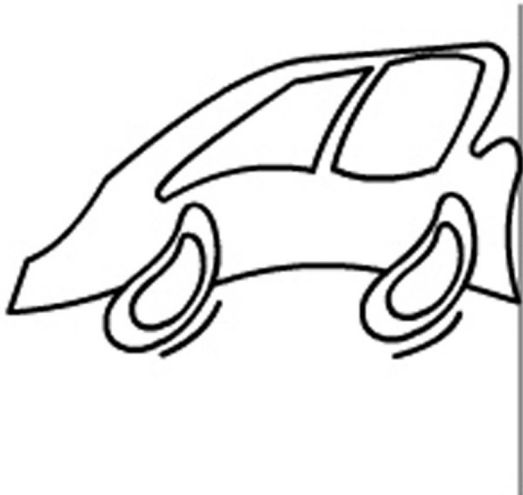
### Segunda ley. La fuerza

La variación instantánea de la cantidad de movimiento de un punto material es igual a la resultante de las fuerzas que gravitan sobre él.

El coche, cuando arranca, debe vencer la inercia. El coche es un elemento pesado que puede moverse a duras penas si no es por la fuerza de un motor que lo impulsa. Una vez ha vencido la inercia, puede desplazarse con velocidad.



Para parar un coche es necesario aplicarle otra fuerza: por ralentización (según la velocidad) o por obstrucción.

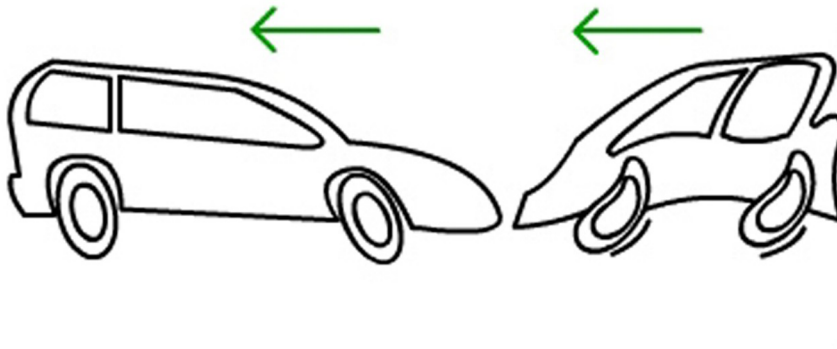


### Tercera ley. La acción y reacción

A toda fuerza de acción ejercida corresponde una fuerza de reacción igual a la opuesta.

#### **Ejemplo**

El coche tendrá un retroceso después del impacto (oposición). A mayor velocidad, mayor retroceso.



#### 4.5. Cálculo de la animación. Aproximación al cálculo de un recorrido

Una vez analizado el movimiento a realizar, sabremos su duración, es decir, el tiempo.

1.ª pregunta: ¿Cuántas imágenes necesitaré para llevarlo a cabo?

Es imprescindible saber el tipo de animación con la que vamos a realizar la animación. A partir de aquí, podemos aplicar una fórmula que nos puede servir de base de acción.

Tiempo de acción(segundos) × velocidad de proyección (24fot.) ÷ tipo de animación

Una vez aplicado este cálculo tendremos la cantidad de imágenes necesarias para la realización del movimiento propuesto con el tipo de animación escogido.

#### 4.6. Cuestiones a tener en cuenta a la hora de analizar un movimiento

Para imaginar o analizar un movimiento (su carácter, su velocidad, su ritmo, etc.), un animador debe convertirse en actor. El animador es como un actor, solo que, en lugar de ser él quien interpreta los papeles, se encarga de que sus personajes lo hagan. El animador debe introducirse en la piel no solo de los personajes, sino también de los elementos que deban expresar un movimiento. Debe imaginar de qué forma vuela un pájaro considerando qué tipo de pájaro es, cuánto pesa, cuál es la dimensión de sus alas y qué sensación desea transmitir con ese vuelo. Aunque copiemos imagen por imagen un vuelo de imagen real, nuestro pájaro no estará realmente animado, es decir, no va a transmitir la sensación de vida deseada. Para conseguirlo tenemos que tener en cuenta el batir de sus alas, su peso y su ritmo: solo así sabremos cómo debemos animar ese vuelo.

La velocidad y el ritmo en el que se desarrolla una acción depende del tipo de objeto que se esté animando.

Pero esta misma acción tendrá ciertas modificaciones según cuál sea el estado de ánimo, el carácter, el sentimiento que queramos transmitir.

Con la animación podemos conseguir que un objeto nos transmita un sentimiento humano. Esta es la magia de la animación.

Por lo tanto, para animar hay que considerar en un principio los siguientes puntos:

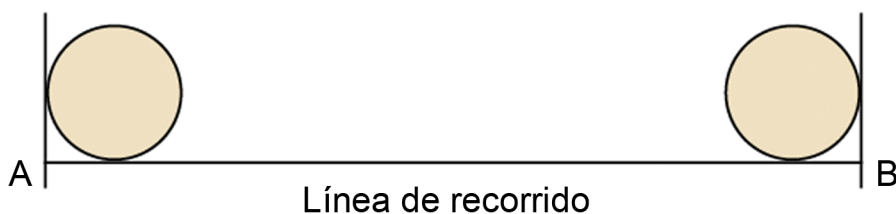
- Intentar captar el movimiento que deseamos animar convirtiéndonos en el objeto o elemento en cuestión y buscando sus rasgos más característicos.
- Analizar el recorrido de la acción y el tiempo de este recorrido: la velocidad.
- Analizar el ritmo de este recorrido según la velocidad (cadencias, progresiones, frenadas, etc.).
- Considerar las modificaciones necesarias de la acción según el estado de ánimo, el carácter, el sentimiento que queramos representar en la animación.

#### 4.7. Ritmos de desplazamiento

##### Línea de desplazamiento

Vamos a utilizar una pelota para trabajar la animación. Con la pelota trabajaremos, en un principio, todos los pasos básicos para comprender el desarrollo de las distintas partes de los movimientos.

Queremos, por ejemplo, animar una pelota haciendo un recorrido de A hasta B.



La primera pregunta sería: ¿En cuantas fases tengo que subdividir este movimiento para que el objeto realice ese recorrido?

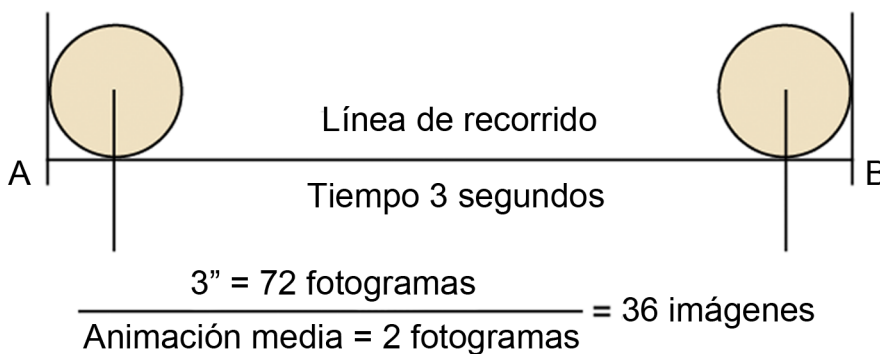
Por consiguiente: primero hay que determinar el tiempo del recorrido y el tipo de animación (full, media o limitada).

Vamos a suponer que el tiempo del recorrido según la motivación de la acción es de 3 segundos y que vamos a desarrollar el movimiento con animación media.

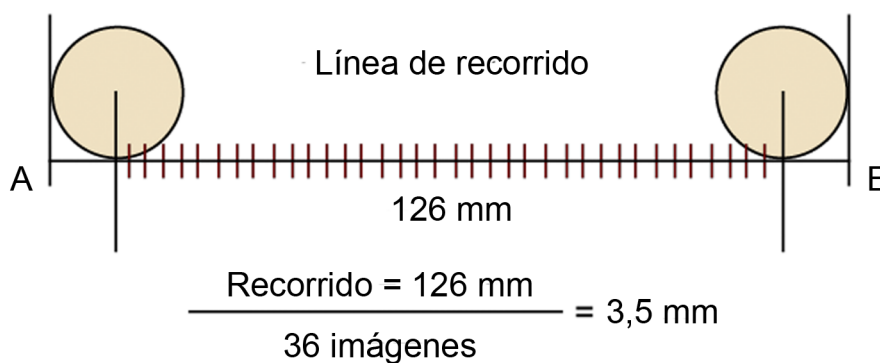
El cálculo que aplicaremos es simple:

3 segundos (tiempo de acción) × 24 fotogramas por segundo (velocidad de proyección) = 72 fotogramas (el total del recorrido).

Dividimos entonces los 72 fotogramas por el tipo de animación. En este caso hemos decidido que sería animación media. Por lo tanto, si asignamos dos fotogramas por imagen, tenemos que dividir los 72 fotogramas por dos obteniendo, así, el número de imágenes que necesitamos: 36. El recorrido de la pelota de A hasta B se animará, por tanto, con 36 imágenes.



Mediremos a continuación la distancia del recorrido y la dividiremos por el número de imágenes. Supongamos que disponemos de una distancia de 126 mm; dividida por las 36 imágenes, nos dará como resultado que, para un recorrido uniforme, la distancia entre cada una de las imágenes será de 3,5 mm.

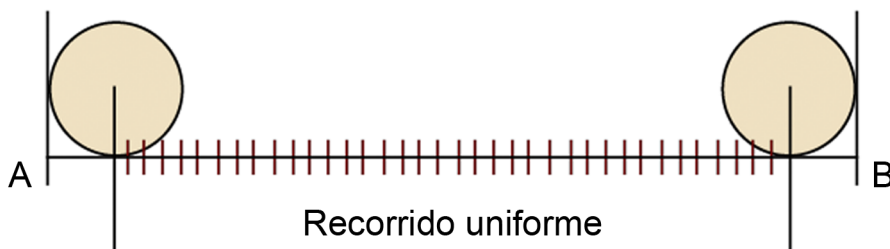


A medida que se adquiere más práctica en el análisis del tiempo, ya se aplica el cálculo directamente.

#### 4.8. Escalas de desplazamiento

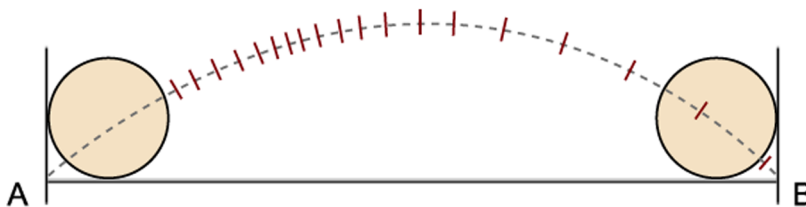
Llamamos **escalas de desplazamiento** a los gráficos que nos indican la situación exacta de las imágenes según la velocidad, el ritmo y el movimiento en general.

Hemos dicho que para recorrer la distancia de A a B en 3 segundos y en animación media necesitamos 36 imágenes de nuestra pelota, situadas a una distancia de 3,5 mm. La relación visual entre cada una de las imágenes será por tanto la misma: igual tiempo de retención e igual distancia entre todas. Por lo tanto, la sensación de movimiento será de un recorrido uniforme, sin ritmo alguno, como un sonido sin variación.



Ahora bien, si cambiamos la línea de desplazamiento de la pelota, ésta tendrá un movimiento distinto debido a la oposición que le impone este nuevo recorrido. Analicemos pues este nuevo caso: igual distancia, igual tiempo, misma cantidad de imágenes, pero un movimiento distinto a representar.

Lo que tendremos que variar para alterar la monotonía del desplazamiento de la pelota será la retención. Es decir, no nos limitaremos a desplazar la pelota, sino que empezaremos a animarla.

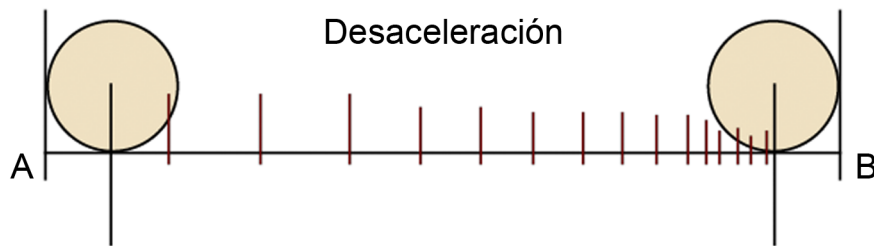


Vemos en el ejemplo que la diferencia de velocidad queda evidenciada por la situación de la escala de desplazamiento. La velocidad irá frenando a la subida para acelerar cuando la pelota desciende.

- Menos distancia, más imágenes, más tiempo, más información visual: la acción se ralentiza.



- Más distancia, menos tiempo, menos imágenes, menos información visual: la acción acelera.

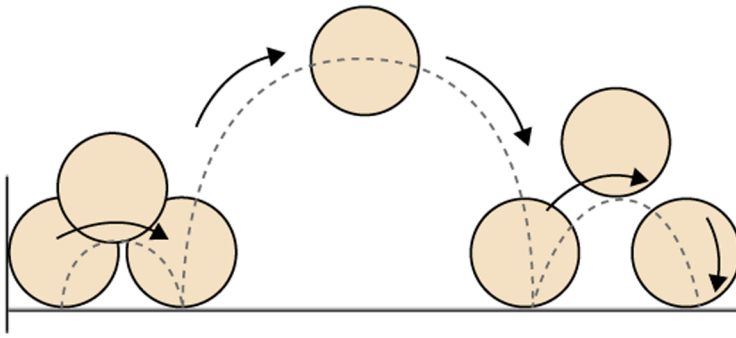


El **punto de referencia** es aquel que, dentro de una línea de recorrido de un volumen en movimiento, se toma como punto de partida y límite entre las imágenes.

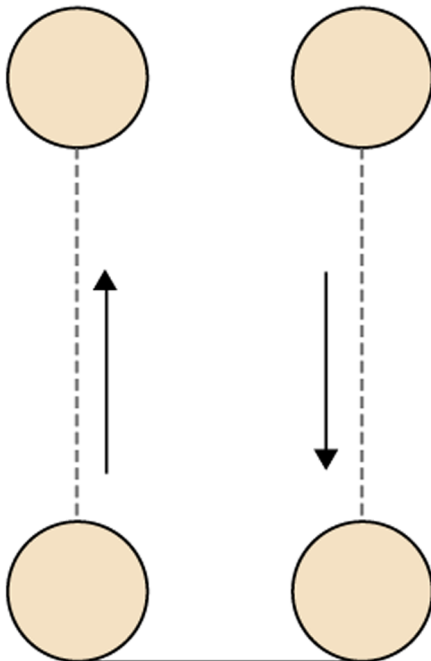
#### 4.9. Líneas de acción

Las **líneas de acción** son aquellas que indican el recorrido de cualquier movimiento. En un desplazamiento puede haber o no acciones distintas.

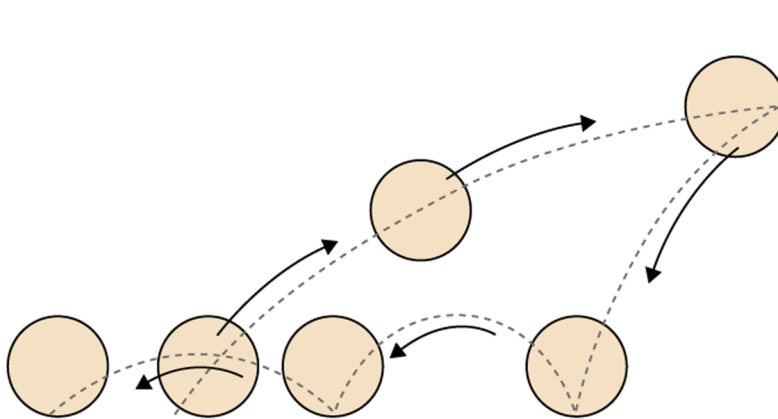
Por ejemplo: la pelota recorre la distancia anterior dando distintos botes. En este caso, la línea de acción sería la que nos indica el recorrido de la pelota en la acción de sus distintos botes.



O bien: la pelota bota sobre sí misma, sin desplazarse. Aquí la línea de acción nos indica la altura del movimiento, etc.



Todo movimiento tiene su línea de acción. Cuanto más complejo es el movimiento, más necesario es definir la línea de acción que lo soporta. Antes de empezar a dibujar, es imprescindible analizar el movimiento teniendo en cuenta qué es lo que hace mover las cosas.



#### 4.10. Motivo de la acción

Una vez llegados a este punto debemos preguntarnos: ¿por qué se mueve la pelota?, ¿de dónde procede la fuerza que la desplaza?

En la mayor parte de las animaciones que representan acciones o sentimientos humanos, la fuerza que impele la acción es el estado de ánimo, el carácter y la personalidad del personaje.

Cuando vayamos a animar una acción, pensemos en el movimiento en su conjunto y en el tiempo de duración del mismo, teniendo en cuenta cuáles serían las fases o imágenes claves. Dibujaremos, entonces, las líneas generales o líneas de acción, sin definir más detalles hasta comprobar el funcionamiento de este movimiento.

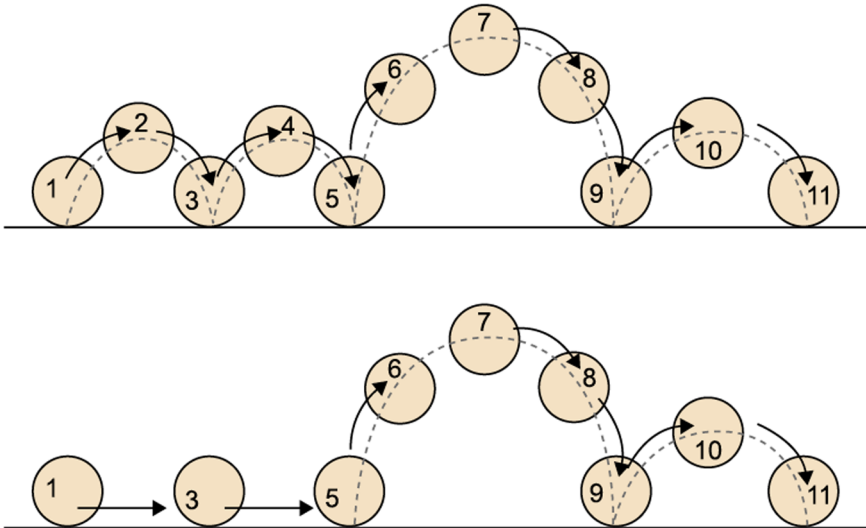
La línea de acción es, en cierto modo, la columna vertebral de todo movimiento. Es una línea de relación invisible que encontramos en todas las acciones y que nos define las fuerzas que provocan esa acción.

#### 4.11. Fases e intercalados

Para animar, no hay que realizar una imagen detrás de la otra hasta completar más o menos toda la acción, sino analizar primero las posiciones clave: extremos, puntos de recorridos, poses principales de la acción que muestren las características más expresivas del movimiento. A estas imágenes las llamamos fases o claves.

Podemos definir una fase como aquella imagen sin la que el movimiento que deseamos representar no sería el que es, sino otro distinto. Con las mismas fases, el movimiento podría cambiar de velocidad, de ritmo, pero sus caracte-

rísticas, tanto de carácter como de recorrido, serían las mismas. Sin embargo, si alteramos alguna de las fases, el sentido del movimiento que estamos animando cambia.



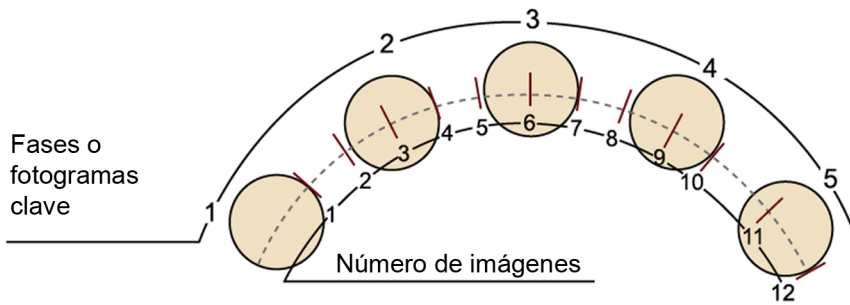
Si eliminamos las fases 2 y 4, veremos cómo, debido a la retención retiniana, sumaremos visualmente la fase 3 a la fase 1 y la fase 5 a la fase 3, con lo cual la percepción del movimiento cambia totalmente.

Los dos botes primeros desaparecen y la pelota se desplaza linealmente.

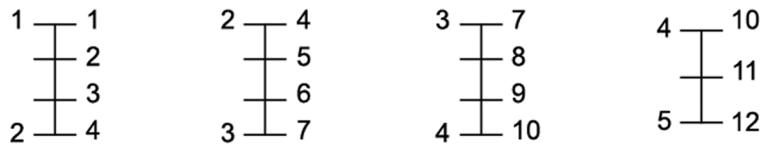
A la hora de animar, es importante tener en cuenta, en primer lugar, el tiempo de la acción y, a continuación, las fases adecuadas para desarrollar el movimiento según el tiempo calculado. Finalmente determinaremos, en función de la velocidad y el ritmo, las escalas de desplazamiento entre fase y fase. Estas escalas entre fases se convierten en los guiones, que nos indicarán la posición de las imágenes intermedias o intercalados.

Los intercalados son, pues, aquellas imágenes que situamos según las escalas o subdivisión de los movimientos. Se convierten, hasta cierto punto, en imágenes más de traslación que de definición de carácter del movimiento, aunque son necesarias para definir tanto velocidad como ritmo. Nos cubren la relación de las fases tanto en su traslación como en su diferenciación de forma.

El mismo principio de fases e intercalados se emplea para el control y análisis de cualquier movimiento, formas en transformación, efectos, etc.



Guiones de intercalación



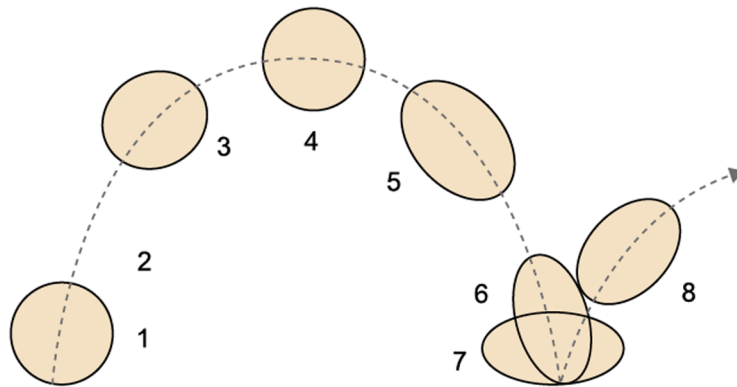
La línea vertical del guión de intercalación que une las dos fases es la hipótesis de la línea de acción. Las líneas que cortan horizontalmente esta línea de acción indican la situación o la distancia en la que tendrán que situarse los intercalados entre fase y fase, siguiendo el ritmo de la escala de desplazamiento.

#### 4.12. La fluidez en el movimiento

##### Alteración de la percepción real. La deformación

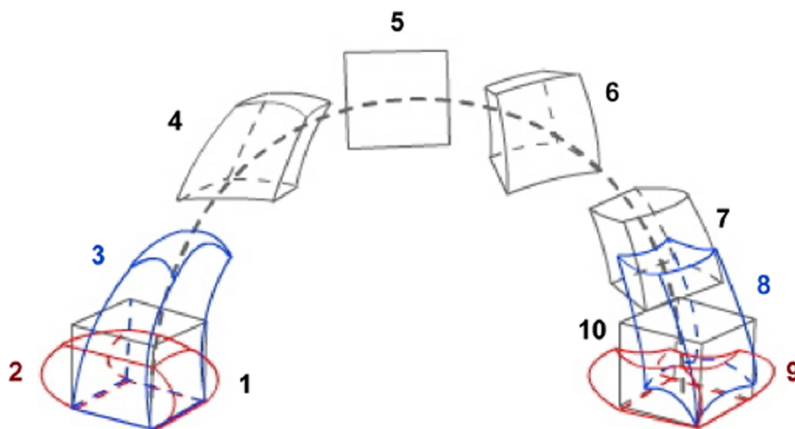
Animar no es simplemente trasladar una forma o un objeto de una parte a otra de una pantalla. Para dar vida a los objetos que animamos, para conseguir que el espectador perciba aquel movimiento como real, no basta con repetir de forma mecánica el dibujo o la imagen que lo represente, limitándonos a cambiarlo de posición. Si solo dibujamos lo que nos parece ver, nuestras animaciones, al ser proyectadas, darán una sensación de rigidez y poca naturalidad. Estamos jugando con sensaciones.

No vemos la imagen que dibujamos, sino que percibimos la sensación visual que nos produce la relación entre cada una de las imágenes que componen nuestra animación. Para darle un aire de naturalidad, hay que exagerar y realzar imágenes que, por sí solas, no nos parecerían representativas del objeto, es decir, no nos parecerían naturales. En las imágenes en movimiento, el ojo resta como mínimo un tercio de la captación de la forma. Por lo tanto, **el animador debe exagerar las acciones y las reacciones sometidas a fuerzas físicas para que parezcan naturales.**

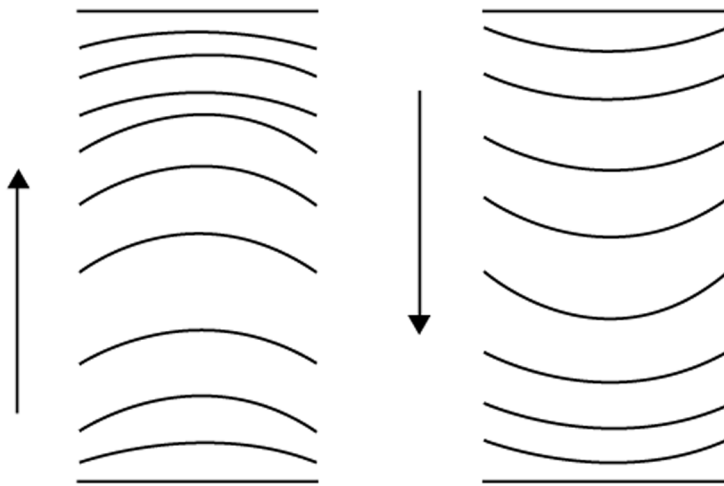


Para que el movimiento parezca real, nuestra pelota tendrá que aplastarse cuando choque contra el suelo y, según la velocidad de salida del rebote, tendrá que deformarse en sentido contrario. Solo recobrará su forma natural en los momentos de ralentización de la acción.

Para crear la ilusión del movimiento natural, tenemos que hacer dibujos o imágenes que por sí solos no representan fielmente los objetos. La deformación de los dibujos refleja el comportamiento natural de los cuerpos en movimiento.



El mismo principio sirve para todo tipo de formas. Imaginemos una línea vertical (una regla de plástico, por ejemplo). Si trasladamos la regla de un lado a otro de la pantalla sin deformarla, veremos que el movimiento carece de toda naturalidad.



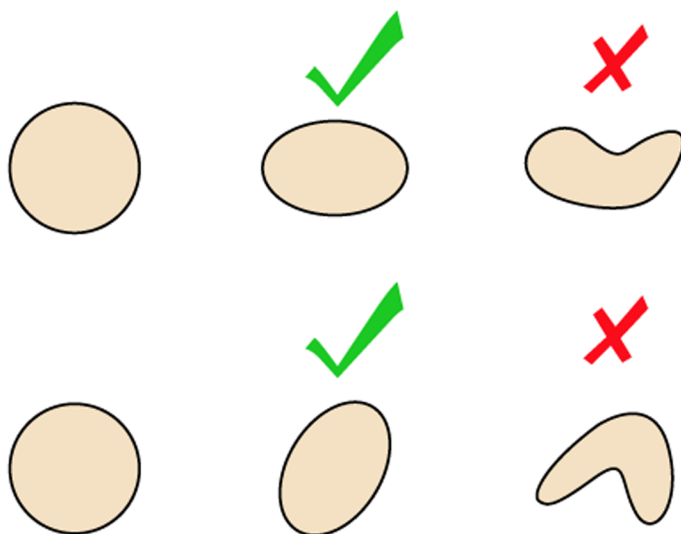
Para que el movimiento de traslación sea natural es necesario curvar la regla en el sentido contrario de la dirección del movimiento, teniendo siempre en cuenta que, a mayor velocidad, mayor deformación y mayor reacción.

Esta norma sirve para la mayor parte de las animaciones. Las formas pueden ablandarse y estirarse en el sentido de la acción. Esto contribuye a un desarrollo continuo y natural de los movimientos: con la deformación, el ojo tendrá mayor facilidad para establecer la relación entre las imágenes, obteniendo, así, la sensación de movimiento natural.

### Grado de deformación

El grado de deformación de un objeto no depende únicamente de las fuerzas que le apliquemos según la acción. Hay que tener también en cuenta su peso, el material con el que esté construido, su propia elasticidad, etc. Cuando queramos dar una sensación exagerada para un movimiento X y apliquemos para ello una deformación también exagerada, debemos tener presente que, a pesar de las deformaciones, el objeto nunca debe perder sus características esenciales.

La deformación es uno de los puntos básicos para conseguir una animación fluida, pero si se aplica indebidamente, puede crear un efecto contrario al pretendido. Se trata de adaptar siempre las reglas básicas de la técnica de la restitución del movimiento a las necesidades y el estilo de la animación.



### 4.13. Desglose del movimiento

#### Anticipación

A partir del análisis de cualquier acción descubriremos que, a cada movimiento, le corresponde una preparación, una acción y un impacto o reacción. Para acentuar el ritmo y la captación de los movimientos es conveniente la aplicación de la anticipación. La deformación coherente, tanto de la forma como de la situación del objeto en el espacio, es el acento básico para conseguir revitalizar el sentido del movimiento. Cuanto más lenta sea la anticipación con respecto al tiempo del movimiento, más se llamará la atención sobre este movimiento. Cuando con un movimiento queramos señalar hacia una dirección, precederemos esta acción en el sentido contrario.

Siempre que queramos subrayar cualquier tipo de acción se aplicará la anticipación adaptada al acento que se pretenda.

En animación, la acción es la consecuencia de la anticipación. Es el desarrollo del propio movimiento, y obtiene carácter y sentido a partir del vínculo creado con su propia anticipación.

#### Impacto y reacción

El impacto en una acción se produce siempre y cuando el movimiento es detenido por una fuerza externa. Sin embargo, hay que tener en cuenta que toda acción tendrá su reacción, y esta, a su vez, será la consecuencia de las tres

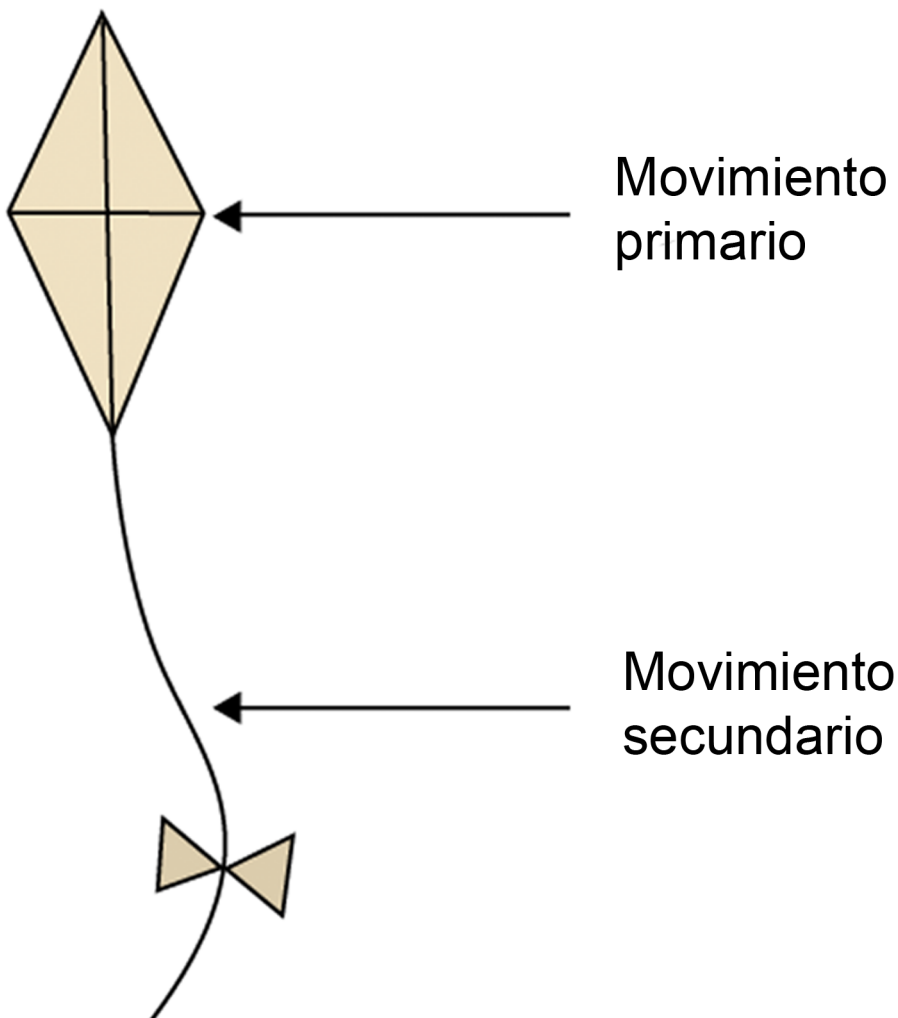


partes encadenadas del movimiento. La exageración tanto de tiempo como de forma en cada una de estas tres fases (anticipación, acción, reacción) dependerá del acento, el ritmo, el estilo que nos interese darle a nuestra animación.

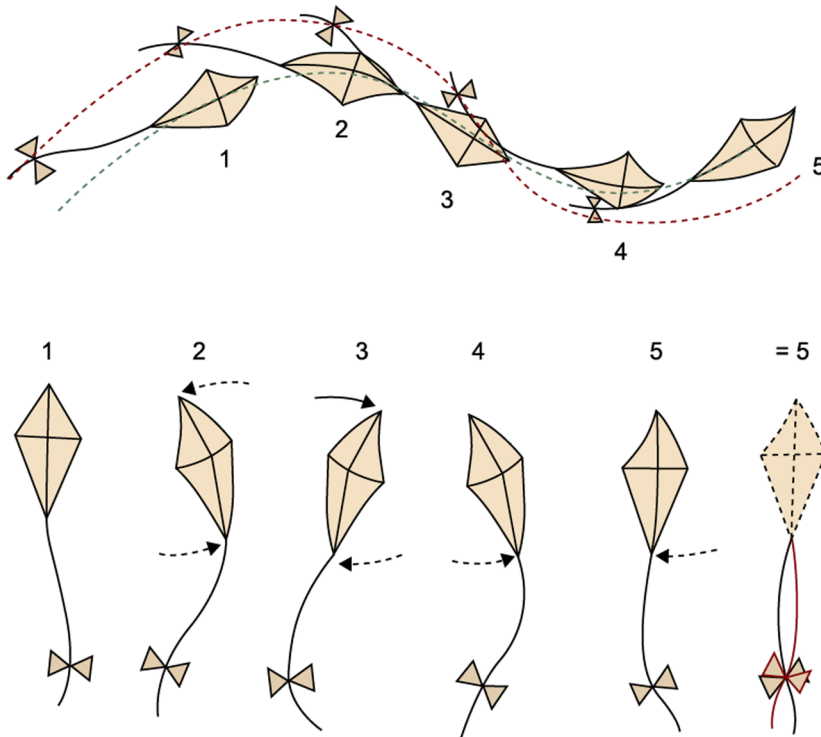
### Animación secundaria

Llamaremos **animación secundaria** a aquella acción de la cual, el desarrollo de su movimiento dependerá del de otro objeto o personaje.

Este principio de continuidad del movimiento está basado, como todo en animación, en la observación y el análisis de los fenómenos naturales. Se aplicará a los objetos o a los accesorios de personajes, como colas, cabellos, ropas o cualquier elemento que pueda desarrollar un movimiento libremente.



Si el objeto o el personaje gira en redondo, se para bruscamente o cambia de ritmo, el elemento que dependa de esta primera acción seguirá su propia trayectoria y su propio movimiento hasta que se detenga de forma natural. A la línea resultante, generalmente curva, de la primera línea de acción se la denominará **línea del arco**.



Otra de las bases para conseguir una animación fluida es tener en cuenta las animaciones secundarias en todo momento. Es otra de las "trampas" visuales que, como las deformaciones, ayudan a nuestro ojo a relacionar una imagen con otra creando de esta forma la sensación de movimiento real.

## Fugas y takes

### Fugas

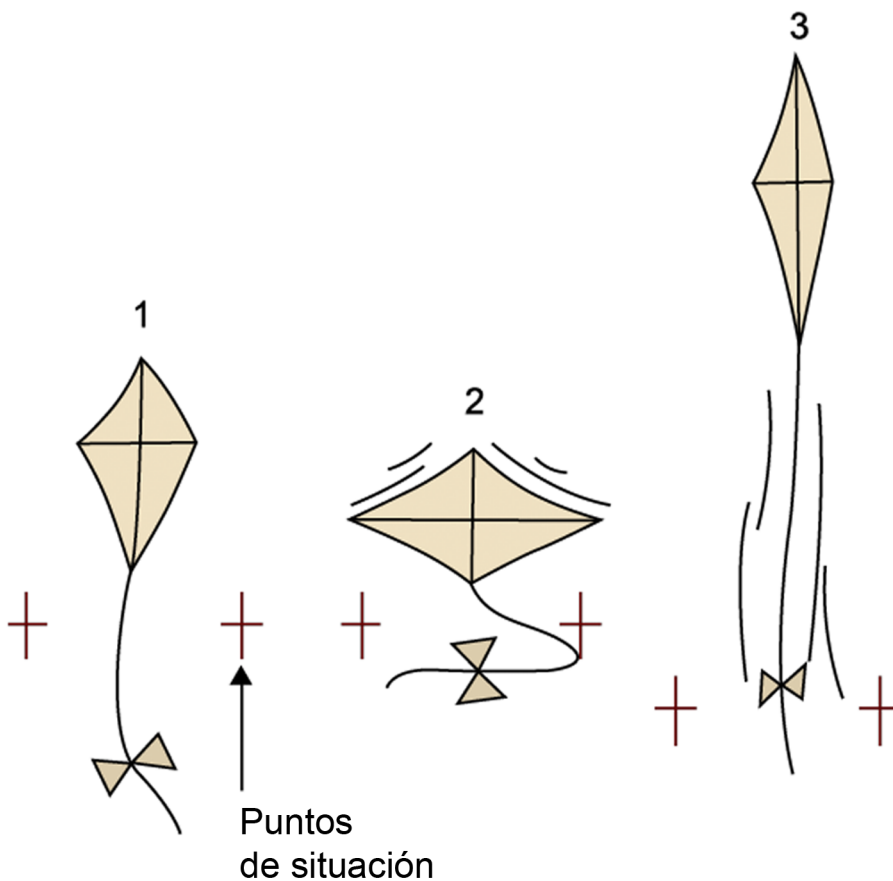
Cuando queramos animar el movimiento de un objeto o personaje a gran velocidad, no dibujaremos o representaremos el objeto en toda su forma y contorno. La deformación hace desaparecer el límite de la forma creando las líneas fugas que se representarán en el sentido contrario a la acción.



## Takes

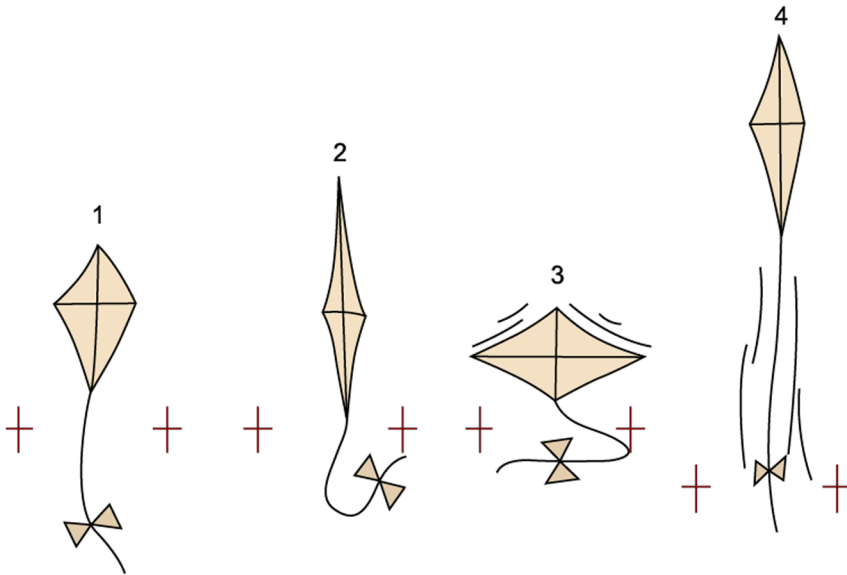
Llamamos **takes** a aquellos dibujos o imágenes que pertenecen al grupo de las deformaciones.

Cuando queramos remarcar una acción de forma exagerada o contundente, aplicaremos un take, que consiste en la deformación del objeto en el sentido contrario a la propia acción.



Los **puntos de situación** son aquellos que nos ayudan a comprobar el movimiento, situando cada una de estas fases sobre estos puntos.

Si queremos enfatizar todavía más esta acción, podemos utilizar un contra-take, es decir: imagen normal de una acción, take, contra-take, que es la acción exagerada y totalmente contraria al take, y la acción final que queremos remarcar.



Cualquier tipo de efecto (los takes, las fugas, etc.) se hará siempre en un fotograma. Hay que tener en cuenta que no es la visión de estos efectos lo que nos define el movimiento, sino la sensación que nos da la percepción de la relación entre las imágenes que crean el movimiento.

#### 4.14. Tipos de movimientos cíclicos. Clases de cíclicos

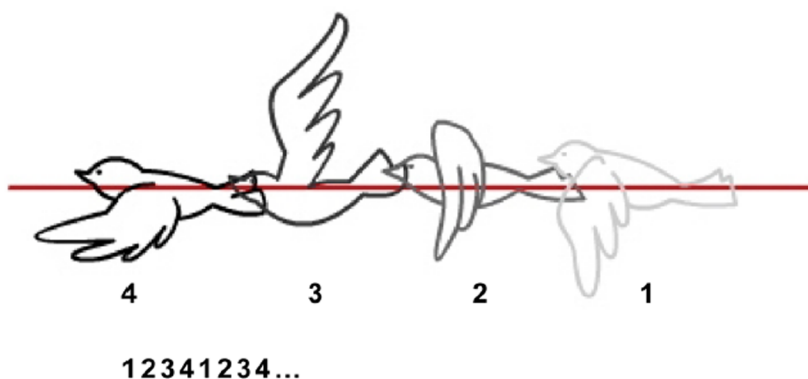
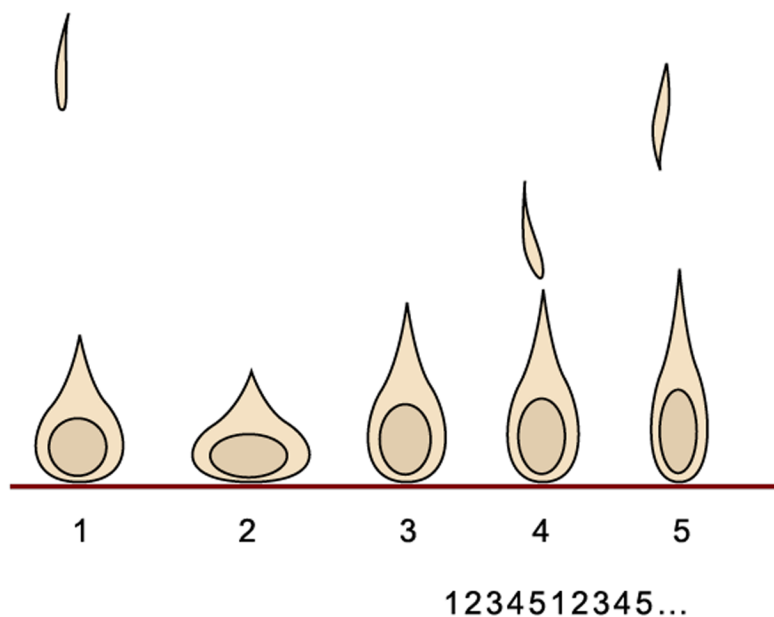
Son muchas las acciones que podemos traducir a movimientos repetitivos. Analicemos, por ejemplo, el caminar, las ruedas en movimiento, el humo, el ondear de una bandera, así como la mayoría de movimientos mecánicos. En todos estos casos, después de analizada la acción, podemos desarrollar únicamente la animación del primer movimiento y limitarnos a ir repitiéndolo tantas veces como sea necesario, según el tiempo de duración total.

Existen dos clases básicas de movimientos cíclicos:

- Movimientos continuos.
- Movimientos de ida y vuelta.

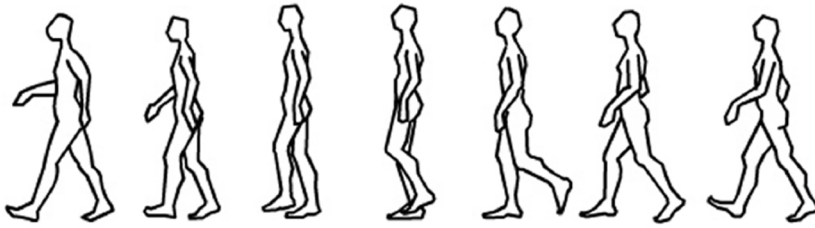
##### Movimientos continuos

A este grupo de cíclicos pertenecen aquellos movimientos cuya última imagen es la anterior a la primera, es decir, aquellos movimientos en los que la acción se termina y vuelve a empezar desde un principio (1 2 3 4 5 1 2 3 4 5, etc.).



Se encuentran en este grupo los cíclicos centrales en pantalla y los cíclicos de traslación.

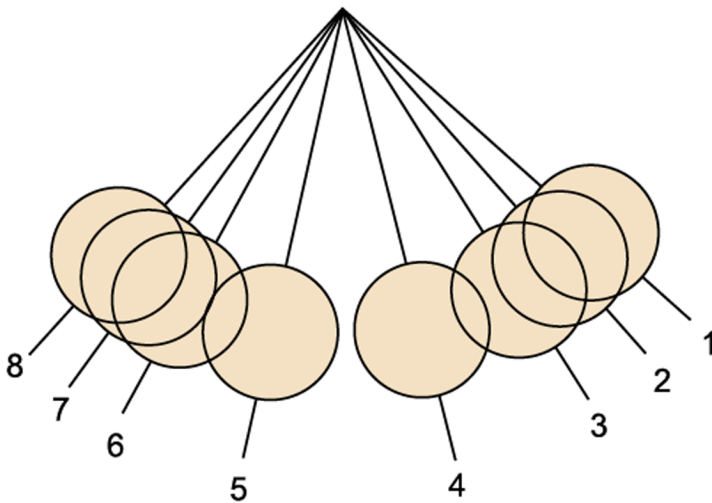
El cíclico central en pantalla consiste en las mismas imágenes de un movimiento que se repiten. Este tipo de cíclicos suelen utilizarse con un fondo panorámico móvil. Se aplican, en particular, a las acciones que tienen una dirección concreta (un personaje que anda, un coche que circula, un tren, etc.). En este caso, la acción es animada sobre sí misma: el personaje no cubre la distancia de un paso, sino que resbala sobre su eje central, siendo el fondo el que se desplaza en sentido contrario al de la marcha, repartiendo la distancia del paso según la cantidad de imágenes que constituya la acción.



En los cíclicos de traslación, es el movimiento el que se repite, pero con distintas imágenes.

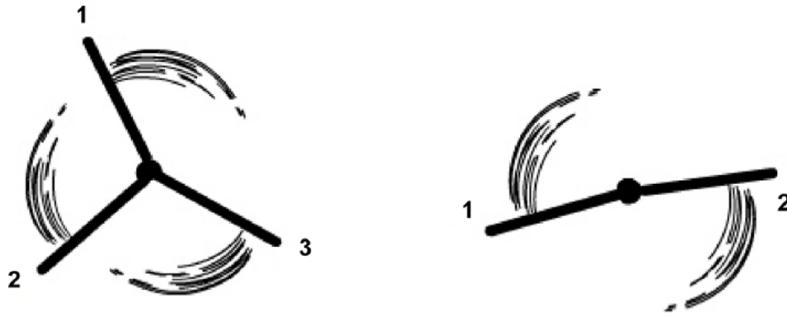
### Movimientos de ida y vuelta

Este segundo tipo de cíclicos son aquellos movimientos que, para retomar el principio, vuelven hacia atrás para reiniciar la acción (1 2 3 4 5 4 3 2 1 2 3 4 5, etc.).



1,2,3,4,5,6,7,8,7,6,5,4,3,2,1,2,3,...

Hay que tener en cuenta que para realizar un cíclico se necesitan un mínimo de tres imágenes. Si sólo se usan dos imágenes la sensación visual es de vaivén sincopado.



#### 4.15. Forma y movimiento

Tanto el tipo de forma como el tipo de movimiento están estrechamente reacionados.

Al plantearnos un estilo de animación (blanda, suave, esquemática, rígida, etc.), debemos tener presente la estética a la cual pertenece la forma con la que desarrollaremos el movimiento de nuestra animación.

Normalmente, para poder conseguir un resultado directo, comprensible y armónico en una animación, aplicamos la correspondencia entre forma y movimiento. Por otra parte, si analizamos esta relación, nos daremos cuenta de que es lógico hacerlo así.

A un tipo de animación blanda le corresponderán unas formas y unos volúmenes redondeados que, aunque puedan ser estilizados o esquemáticos, no resultarán ni rígidos ni angulosos. Para poder dominar mejor el movimiento, desglosaremos las formas en sus distintos volúmenes y estudiaremos la relación que se establece entre ellos y la correspondencia de sus proporciones. La técnica de animación más adecuada será la full o media.

A un tipo de animación más rígida le corresponderían formas más planas o de estilo más anguloso. En este caso habría que analizar también la correspondencia entre las proporciones, pero teniendo en cuenta que simplificaríamos los volúmenes a formas geométricas. A un movimiento más rígido, menos suave, le puede corresponder la animación media o limitada.

## Consideraciones

Estas reglas, no obstante, no son absolutas, ya que, si lo requiere el proyecto a realizar, siempre podemos mezclar distintos tipos de animación.

Lo que sí es inamovible son las bases que hay que aplicar para realizar el movimiento: línea de acción, trayectoria, deformación, anticipación, acción, reacción, etc. Estas bases las aplicaremos siempre teniendo en cuenta el volumen del cuerpo a animar, su materia, su carácter, el sentimiento que deseamos expresar, la deformación necesaria según la velocidad, tiempo, etc., y el estilo estético de cada proyecto.



## 5. Animación en 3D

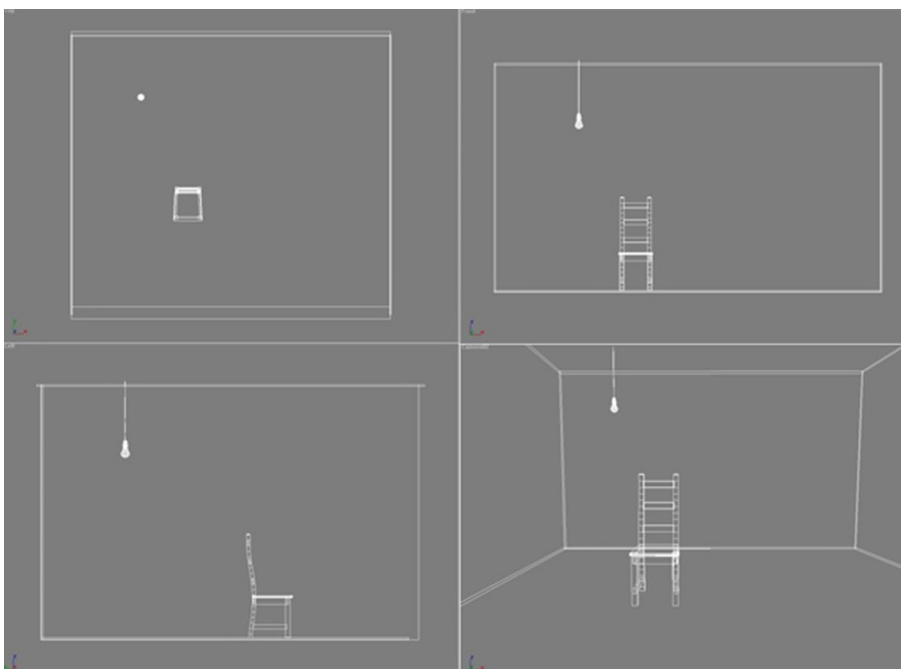
### 5.1. Visualización, pantallas de trabajo

Por mucho que durante el proceso de realización de una animación el usuario tenga la sensación de que actúa sobre las formas de una manera tangible, real, como si existiesen dentro del ordenador, en realidad, no se hace otra cosa más que combinar valores matemáticos y realizar programaciones concretas, de las cuales, el animador en general no es consciente.

La sensación de realidad la provoca el hecho de que, en todo momento, se visualiza lo que se está haciendo. Para facilitar esta visualización, el 3D crea un entorno visual simple, que representa la escena desde diferentes puntos de vista. Los puntos de vista son electivos y se pueden disponer simultáneamente en una misma pantalla.

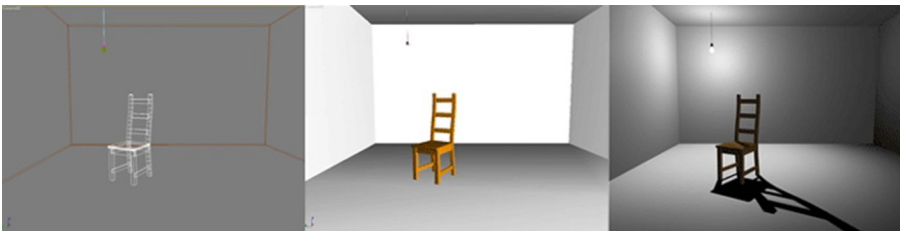
Existen los puntos de vista planos: planta (*top*); frontal (*front*); lateral izquierda (*left*); lateral derecho (*right*).

Cualquiera de estos puntos de vista planos puede convertirse en un visor articulable que muestre la escena o un objeto en perspectiva axonométrica. Es posible, igualmente, adoptar el punto de vista de la cámara o bien el de la perspectiva tradicional. Además, la escena puede ser vista desde una luz o desde cualquiera de los objetos que la forman.



Esta representación simple de la escena se muestra en dos o tres ejes, según el visor, y está totalmente integrada con el movimiento, de manera que si se hacen pasar los fotogramas en la línea de tiempo, es posible ver el resultado de la animación simultáneamente en los diferentes visores. En la historia del 3D, esta representación simple ha ido ganando realismo. Inicialmente, la escena y los diferentes objetos se representaban en forma de mallas, o se hacían comprobaciones del movimiento simplificando las formas a sus planos geométricos, buscando siempre su mínimo peso. A medida que los ordenadores han ido ampliando su potencia y el software su capacidad de gestión, la representación simplificada en los visores de la escena 3D permite ver las superficies y los colores de los objetos de manera aproximada, sin muchos matices y desprovista de la proyección de sombras y de otras informaciones.

Esta visualización «simple» permite al ordenador la representación de la imagen a tiempo real, condición indispensable para el proceso de animación. No es práctico interrumpir continuamente el proceso de trabajo para visionar los resultados en alta definición. Por otro lado, es probable que el alto peso de comprobar continuamente el resultado de las operaciones mediante animaciones de una calidad final dificulte el visionado a una velocidad fiable. Pero la visualización va mejorando, en el sentido de que la simulación cada vez se asemeja más al resultado final de la imagen, el render.



## Actividades

Las actividades para afianzar los conocimientos de este módulo se basan en el seguimiento de los video tutoriales del programa SketchUp. Son muchos y quizás excedan el tiempo previsto para dedicar a esta asignatura, pero dependiendo de los intereses de cada estudiante, pueden hacer sólo una parte o todos.

En los primeros video tutoriales, utilizando como ejemplo un tren de juguete, explicaremos diferentes formas de crear objetos modelados en 3D con SketchUp. Veremos diferentes procedimientos para conseguir objetos similares. Veremos como de esta forma conseguimos entender en poco tiempo cómo crear objetos sencillos para poderlos ir complicando a medida que avancemos en los videotutoriales.

Son nociones básicas con las que ya podremos empezar a trabajar y crear un proyecto. El acceso a los video tutoriales se publica en el aula.

En este segundo grupo de video tutoriales trabajaremos con el modelado de superficies duras, viendo diferentes estrategias para modelar objetos de estas características. Lo haremos a partir de un sólo polígono y lo transformaremos en una pieza de geometría más compleja. El objetivo final de este segundo proyecto es modelar de forma realista sin usar demasiados polígonos. El acceso a los video tutoriales se publica en el aula.

Y para acabar la parte del modelado, veremos un tercer grupo de video tutoriales donde aprenderemos a modelar un dinosaurio de juguete utilizando planos 2D como referencia. El acceso a los video tutoriales se publica en el aula.

La parte de aplicación de materiales y texturas, iluminación y render también las podemos practicar con otra serie de video tutoriales. El acceso a los video tutoriales se publica en el aula.

Por lo que respecta a la animación, las actividades para afianzar los conocimientos de este apartado se basan en el seguimiento de los video tutoriales de animación con Maya. Son muchos y quizás excedan el tiempo previsto para dedicar a esta asignatura, pero dependiendo de los intereses de cada estudiante, pueden hacer sólo una parte. El acceso a los video tutoriales se publica en el aula.

## Bibliografía

**Akenine-Möller, T; Haines, E.** (2002). *Real-time rendering*. Natick (Massachusetts): A K Peters. ISBN: 1-56881-182-9

**Bewerly, Ray** (1995). «Así se crean dibujos animados cómo utilizar las técnicas tradicionales de producción: guión "story board", animación, rodaje y postproducción: la animación por ordenador». Barcelona: Rosaljai 1995.

**Blair, P.** (1999). «Dibujos animados el dibujo de historietas a su alcance». Köln Evergreen cop.

**Blair, P.** (1998). «How to animate film cartoons». Walter Foster Publishing.

**Blair, P.** (1989). «How to draw cartoon animation». Walter Foster Publishing.

**Gil López, J.** (1998). «Infografía diseño y animación». Madrid: Instituto Oficial de Radio y Televisión D.L.

**Halas, J.** (1980). «La Técnica de los dibujos animados». Barcelona: Omega.

**Hearn; Donald; Baker; Pauline** (2006). *Gráficos por computadora con OpenGL*. Madrid: Pearson Prentice Hall. ISBN 84-205-3980-5.

**Vaughan, W.** (2012). *Modelado digital*. Madrid: Anaya. ISBN: 978 84 415 3211 3

**Watt, A.** (2000). *3D computer graphics, 3/e*. Editorial Addison-Wesley. ISBN 0-201-39855-9.

**White, T.** (1988). «The Animator's Workbook: step-by-step techniques of draw animation». Watson-Guptill Publications.