

En esta aplicación mostramos cómo podemos combinar diferentes superficies para mostrar objetos de la vida real. Necesitaremos dos superficies con *splines*, una de ellas para la base de la copa.

En primer lugar, dibujaremos los puntos que nos permitirán definirlos sobre el contorno de la copa sobre el contorno de la imagen.

La *Spline* es una curva que construye el programa con un parámetro que va de 0 a 1. Introduciremos en la barra de Entrada el comando: **Spline({Lista de puntos})**. Empezaremos de arriba hacia abajo con la parte superior de la copa y luego procedemos de igual forma para el pie. El último punto de la copa se utilizará también como el primero de la base.

En la lista de puntos que hemos utilizado, hemos empezado por el superior. De este modo, el valor 0 corresponde a la parte superior de la copa y el valor 1 a la inferior. Por tanto, si el programa llama "a" a la curva, **a(0)** es el punto de la curva de la parte superior de la copa y **a(1)** el de la parte inferior. Sucederá lo mismo con la base que tendrá otro nombre.

Si queremos poner cerveza (con su correspondiente espuma) en la copa creamos un deslizador (que hemos llamado "tt") que va de 0 a 1 con incrementos de 0.01. En este caso, el 0 corresponde al recipiente vacío y el 1 al recipiente lleno. Como que estos valores no coinciden con lo que hemos dicho anteriormente tendremos que hacer un cambio de variable.

Dibujamos tres curvas definidas a partir de la *spline* a:

1. **Curva(a(-t + 1), t, 0, 4 tt/5)** es la parte con cerveza, las 4/5 partes de lo que se ha llenado hasta ese momento.
2. **Curva(a(-t + 1), t, 4 tt/5, tt)** corresponde a la espuma suponiendo que es la quinta parte superior de lo llenado.
3. **Curva(a(-t + 1), t, tt, 1)** es la parte de la copa sin llenar.

Obsérvese que, si  $t=0$ ,  $-t+1=1$  y, si  $t=1$ ,  $-t+1=0$ . Este es el cambio de variable que permite ajustar el contenido de cerveza y la espuma a la curva que dibuja la copa.

El cambio de variable es una dificultad añadida que contribuye a complicar esta sección. Para no tener necesidad de hacer un cambio de variable, se puede hacer lo siguiente:

- Definir la Spline de "abajo hacia arriba" es decir, definir la lista de puntos como **{G,F,E,D,C}**.
- Dibujar las curvas como hemos hecho anteriormente substituyendo **a(-t + 1)** por **a(t)**.

En la lista de objetos de la Vista algebraica figura la recta  $f$  que es el eje de simetría de la copa. Lo dibujamos también a partir de la imagen con un punto en la base y una recta perpendicular al plano  $z=0$  donde hemos puesto el vaso.

A continuación, construimos cuatro superficies a partir de dicho eje con el comando **Superficie(Curva,2pi eje)**. Las curvas son las tres que hemos definido anteriormente y la *spline* de la base de la copa.

Hemos añadido dos circunferencias en la parte superior del vaso y en la base con el comando **Circunferencia(eje,punto)** siendo el eje la recta  $f$  y los puntos los correspondientes a dichas posiciones.

Podemos ir sofisticando la aplicación con nuevos elementos:

- Una tercera circunferencia **ff=Circunferencia(f,G)** que sirve como “suelo” de la parte de cristal de la copa. Cuando se gira la copa es conveniente ver que la copa tenga fondo para que no dé la sensación de que la cerveza se puede colar hacia abajo. El color es el mismo de la parte inferior con una opacidad del 100%.
- El chorro de cerveza para llenar el vaso para darle más realismo a la escena. Para ello dibujamos una circunferencia  $q$  de radio 0.5 con el centro en un punto  $L$  situado en la parte más baja de la copa y en la recta  $f$ . Dicha recta es el eje de la circunferencia en el comando **Circunferencia(centro,radio,eje)**. Después construimos un cilindro de **altura 20** con el comando **Cilindro(circunferencia,altura)**.
- El grosor del cilindro depende de la circunferencia  $q$ . En lugar de tener radio fijo, la hacemos depender de la velocidad ( $vel$ ) de llenado definiéndola como **Circunferencia(L, vel /10, f)**.  
En la pestaña “Avanzado” ponemos como condición para mostrar el objeto que el vaso se esté llenando: **tt>0 o tt<1**.
- Uno de los dos deslizadores permite mostrar o no las líneas de las superficies. El otro regula la velocidad de llenado. El botón sirve para poner en marcha el proceso.
- Se puede modificar el color del chorro de cerveza de manera que varíe entre blanco y amarillo.  
El truco es el siguiente: Definimos **ta=100 tt** y también **tb= ta - vel floor(ta/vel)** es decir, los restos de dividir a los números que van del 1 al 100 entre el número **vel** . A partir de aquí se diseñan dos cilindros, uno blanco y otro amarillo claro para que se alternen en aparecer y de una sensación “espumosa” (aunque solo un poco)
- Para dar más realismo a la escena, podemos hacer que el chorro no caiga hasta la base de la copa sino que se acabe en el nivel que indica la parte superior de la zona blanca de la espuma. El punto más alto de la curva (spline) por donde va la espuma lo calculamos como **N=a(1-tt)**. Para llevar la altura de ese punto a la

recta **f** trazamos el plano **pp** que pasa por **N** y es perpendicular a la recta **f** y marcamos el punto **LL** como la intersección del plano **pp** con la recta **f**. A partir de aquí la circunferencia que es la base del cilindro que simula el chorro será **q** con centro **LL** y el radio fijo 0.5 o acompañarlo a la velocidad de llenado como se ha indicado en uno de los apartados anteriores.

- El deslizador **tt** varía entre 0 y 1 para llenar la copa de cerveza y espuma. Si queremos que la espuma sobresalga un poco de la copa, podemos modificarlo para que el deslizador **tt** varíe entre 0 y 1.07

¡No es sencillo, pero queda muy bien!