

A continuación se muestran los pasos a seguir para construir el ejercicio:

1. Abra Descartes y agregue un control gráfico que tiene *crds* como su identificador.
2. Agregue un gráfico tipo *Punto* y haga que sus coordenadas coincidan con las del control gráfico. Introduzca en el campo de texto *texto* dentro del gráfico punto una expresión para mostrar las coordenadas del control. Haga que la fuente sea SansSerif de tamaño 15.
3. Agregue un renglón nuevo al texto recién entrado que muestre en coordenadas absolutas la posición horizontal del punto.
4. Agregue otro renglón al texto pero ahora que muestre en coordenadas absolutas la posición vertical del punto.
5. Cambie el formato del texto para que las expresiones del segundo y tercer renglón del mismo se muestren como un par ordenado.
6. Introduzca una corrección en el texto a la expresión de las coordenadas absolutas para que muestren bien las coordenadas absolutas cuando el origen no está en el centro del espacio.

A continuación se presentan los resultados de cada paso en este ejercicio, así como algunas observaciones.

1. Luego de abrir Descartes nos movemos al selector *Controles* y oprimimos el botón $+$. En la ventana que aparece seleccionamos *gráfico* en el menú, introducimos el nombre *crds* y aceptamos. El control es creado. Tras aplicar los cambios, se ve en el origen del plano cartesiano.
2. Las variables que llevan las coordenadas del control gráfico, como se vio antes, están dadas por el identificador del control seguido de un punto y de x (para la coordenada horizontal), o seguido de un punto y de y (para la coordenada vertical). En este caso, el par ordenado de las coordenadas del control gráfico sería $(crds.x, crds.y)$. Sin embargo, si metemos eso en el texto, nos mostrará ese texto en particular y no los valores de las coordenadas. Es necesario flanquear las variables entre corchetes cuadrados para que se muestre su valor. Así, se oprime el botón *texto* dentro del gráfico *punto*. En la ventana que se abre elegimos *Texto simple* y en la ventana que se abre escogemos la fuente y los puntos deseados. El texto que debe llevar es

```
([crds.x],[crds.y])
```

Tras aplicar los cambios, las coordenadas se muestran cerca del control gráfico. Al desplazarlo, éstas cambian mostrando siempre la posición en que se encuentra. Note que el punto no se ve, pues está detrás del control gráfico. Note también que las coordenadas son respecto al plano cartesiano. Es decir, son coordenadas relativas.

3. Para lograr esto serán necesarios algunos cálculos un poco intrincados:

Como el origen está centrado, está a $E1._w/2$ píxeles a la derecha del margen izquierdo. Primero debemos desplazarnos entonces esa cantidad de píxeles a la derecha.

A partir de ese punto, debemos sumar los píxeles horizontales correspondientes al posible desplazamiento del control gráfico respecto al origen. Las unidades que se haya desplazado de forma horizontal están dadas por $crds.x$. Pero sabemos que cada una de esas unidades corresponde en píxeles al valor de la escala del espacio $E1$, cuyo valor se guarda en $E1.escala$. Así, el desplazamiento horizontal del control respecto al origen está dado por el producto $(crds.x)(E1.escala)$.

Debemos sumar estos dos valores para obtener la coordenada horizontal (en coordenadas absolutas) de la posición del control gráfico. Es decir, el texto introducido debe ser ahora de la forma:

```
([crds.x],[crds.y])
[E1._w/2+crds.x*E1.escala]
```

Recuerde que la expresión debe ir flanqueada por corchetes cuadrados para que se muestre el valor de la misma en lugar del texto tal cual. Tras aplicar los cambios, se muestra el par ordenado en el primer renglón del texto. En el segundo se muestra un valor. Cerca del margen izquierdo, este valor tiende a cero, y cerca del margen derecho tiende a 950. El valor es la distancia en píxeles a la derecha del margen izquierdo (es decir, es la coordenada pero en coordenadas absolutas).

4. El proceso es muy similar al paso anterior. El texto ahora debe ser de la forma:

```
([crds.x],[crds.y])
[E1._w/2+crds.x*E1.escala]
[E1._h/2-crds.y*E1.escala]
```

Note, sin embargo, que hay un signo menos para el segundo término de la expresión. Ello se debe a que las coordenadas absolutas en la vertical crecen conforme las relativas en la vertical disminuyen, mientras que para las coordenadas horizontales ambas (relativas y absolutas) crecen al moverse a la derecha. Tras aplicar los cambios y mover el control gráfico, el último renglón adopta valores cercanos a cero cerca del margen superior del interactivo. Este renglón contiene una expresión que muestra la coordenada vertical el control en coordenadas absolutas.

5. Basta subir la expresión del tercer renglón al final del segundo, separarlos por una coma y flanquear todo en paréntesis. Es decir, el texto debe quedar:

```
([crds.x],[crds.y])
([E1._w/2+crds.x*E1.escala],[E1._h/2-crds.y*E1.escala])
```

Tras aplicar los cambios, el texto que acompaña al control gráfico muestra dos pares ordenados. El primero son las coordenadas relativas del punto. El segundo son las coordenadas absolutas. Sin embargo, si se arrastra el espacio de tal forma que el origen no quede en el centro del espacio, las coordenadas se mantienen iguales, y las absolutas (respecto a los márgenes izquierdo y superior) deberían cambiar. Parece que falta hacer una corrección a la fórmula.

6. Es necesario incluir el desplazamiento tanto horizontal como vertical que tiene el origen respecto al centro del espacio. El desplazamiento horizontal lo guarda la variable *E1.Ox* y el vertical la variable *E1.Oy*. Basta sumarlos a la primera y segunda entradas del par ordenado, respectivamente. El texto queda:

```
([crds.x],[crds.y])
([E1._w/2+crds.x*E1.escala+E1.Ox],[E1._h/2-crds.y*E1.escala+E1.Oy])
```

Tras aplicar los cambios, si se arrastra el espacio, las coordenadas absolutas se ajustan como se espera. Note que cuando se arrastra el espacio, tanto el plano cartesiano como el control gráfico se mueven juntos, así que las coordenadas relativas no cambian.