HTML Canvas

Escuela de Ingeniería de Fuenlabrada
Universidad Rey Juan Carlos

gsyc-profes (arroba) gsyc.urjc.es

Mayo de 2021

HTML Canvas

El *canvas* (lienzo) de HTML es un API incluido en HTML 5 para dibujar gráficos de mapas de bits en 2 dimensiones

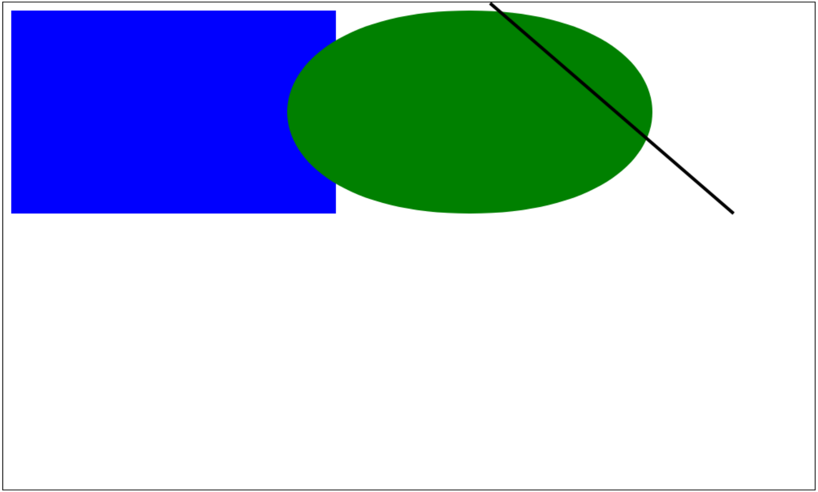
- Desarrollado originalmente por Apple en 2004 para el Mac OS X WebKit, adoptado posteriormente por Firefox, incluido por el WHATWG en el estándar HTML 5
- Muy sencillo, permite dibujar dinámicamente en javascript círculos, líneas, gradientes y texto sobre una matriz de pixeles. Además de cargar imágenes desde un fichero

jCanvas

- Para facilitar el uso del canvas, podemos usar jCanvas, un módulo de más alto nivel, basada en jQuery (no estándar ni parte de jQuery)
  Incluye polígonos, curvas, elipses, máscaras, capas y algunos otros elementos
  https://projects.calebevans.me/jcanvas
- Usar módulos tiene una consecuencia importante: no se pueden ver las páginas leyendo en local los ficheros. Es necesario servirlos desde un servidor web.
  - Para que el desarrollador vea su propio código no es necesario un servidor *de verdad* (apache, Nginx, etc), podemos utilizar servidores sencillos específicos para esto como p.e. el *Chrome Web Server* o cualquier otro[1]

[1] Consulta el tema javascript_ii.pdf para más detalles

Ejemplo de uso de jCanvas



`http://ortuno.es/ejemplo_jcanvas.html`

```html
<!DOCTYPE html>
<html lang="es-ES">
<head>
  <meta charset="utf-8">
  <title>Ejemplo jCanvas</title>
  <style>
    canvas {
      border: 1px solid black;
    }
  </style>
  <script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.6.0/jquery.min.js"></script>
  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/jcanvas/21.0.1/jcanvas.js"></script>
</head>

<body>

  <canvas id="mi_canvas" width="1000" height="600">
    <p>Texto alternativo para navegadores sin el API Canvas.</p>
  </canvas>

  <script type="module" src="ejemplo_jcanvas.js"> </script>
</body>
</html>
```

```
'use strict'

 $('canvas').drawRect({
     fillStyle: "blue",
     x: 10,
     y: 10,
     width: 400,
     height: 250,
     fromCenter: false
 });

 $('canvas').drawEllipse({
     fillStyle: "green",
     strokeWidth: 1,
     x: 350,
     y: 10,
     width: 450,
     height: 250,
     fromCenter: false
   });
```

Cambio de coordenadas

- Tanto con HTML canvas como con jCanvas tenemos una limitación muy importante: es necesario especificar las coordenadas en pixeles
- Esto es bastante incómodo. Nos obliga a diseñar nuestro gráfico para un tamaño concreto, estamos atados a ese tamaño. Si posteriormente necesitamos redimensionar, habría que rehacer todos los algoritmos

Lo razonable es usar dos *sistemas de coordenadas* y un *cambio de coordenadas*. Esto tendremos que programarlo nosotros

Sistema de coordenadas gráfico

- Es el sistema de coordenadas que maneja el canvas HTML, la unidad es el pixel
- La posición 0,0 es la esquina superior izquierda del canvas
- Las dimensiones máximas dependen de cada canvas

Sistema de coordenadas lógico

- Será un sistema de coordenadas gestionado por el programador de cada aplicación
- También lo llamaremos *sistema de coordenadas* (a secas)
- Serán coordenadas cartesianas, la más usadas en física y matemáticas: el valor 0 para la coordenada y se corresponde con la parte inferior de la pantalla
- Las dimensiones de este sistema (valores máximos y mínimos) las adaptaremos a lo que nos resulte conveniente para cada problema en particular

Dimensiones del sistema (lógico) de coordenadas

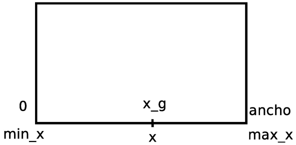
En cada problema, los valores máximos y mínimos de x e y tomarán los valores más convenientes. Ejemplos:

- En un gráfico sobre trigonometría, x e y podrán tomar valores entre -1 y 1, con el 0,0 en el centro de la pantalla
- Si vamos a trazar porcentajes, puede ser convenientes dar a la coordenada y valores entre 0 y 100
- Para gráficos en general podemos optar por valores entre 0 y 1000, (indendientes del tamaño del canvas gráfico)

A continuación veremos cómo cambiar el sistema de coordenas, esto es, cómo obtener las coordenadas gráficas a partir de las coordenadas lógicas

Cambio de coordenadas: eje de abscisas

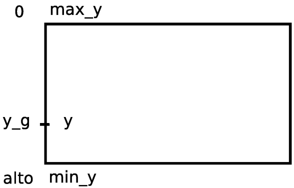
- Coordenada horizontal (lógica)
  x toma valores entre *min_x* y *max_x*
- Coordenada gráfica horizontal
  x_g toma valores entre 0 y *ancho*



Observamos que $\frac{x\_g}{ancho} = \frac{x - min\_x}{max\_x - min\_x}$
Por tanto, para obtener *x_g* basta despejar
$x\_g = \frac{x - min\_x}{max\_x - min\_x} ancho$

Cambio de coordenadas: eje de ordenadas

- Coordenada vertical (lógica)
  y toma valores entre min_y y max_y
- Coordenada gráfica vertical
  y_g toma valores entre 0 y $alto$



Es análogo al caso anterior, solo que en las coordenadas gráficas el 0 está arriba y en las coordenadas lógicas el 0 está abajo, con lo que la expresión resulta

$y\_g = \frac{max\_y - y}{max\_y - min\_y} * alto$

Corrección de la relación de aspecto

Además de los cálculos que acabamos de ver, posiblemente tendremos que corregir la *relación de aspecto* (*aspect ratio*)

`https://es.wikipedia.org/wiki/Relaci%C3%B3n_de_aspecto`

De lo contrario, los círculos tendrán forma de melón y los cuadrados serán rectangulares

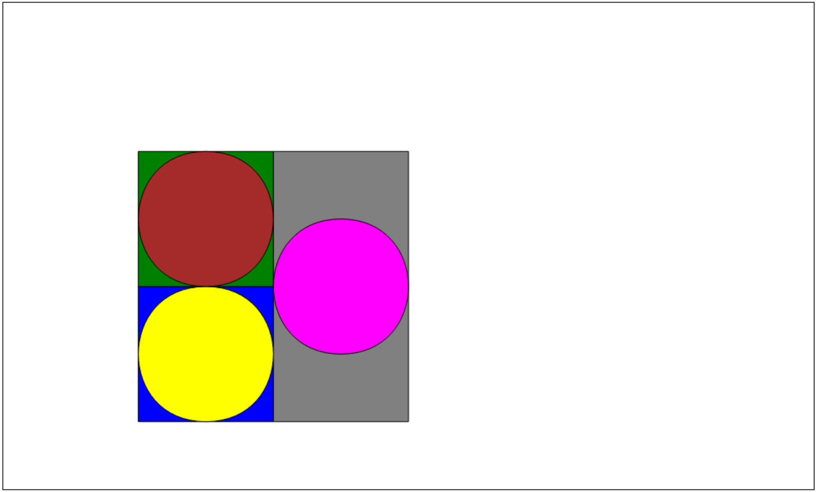
- Si el ratio en los sistemas de coordenadas gráfico y lógico es el mismo, esto no es necesario
- Aunque sea diferente, para ciertos problemas puede que tampoco lo necesitemos. Por ejemplo un gráfico de barras o una nube de puntos

vjCanvas

Para las prácticas de esta asignaura usaremos la vjCanvas

- Es una librería muy sencilla que permite trazar puntos, líneas, rectángulos y círculos, pero separando las coordenadas lógicas (virtuales) de las coordenadas gráficas del canvas HTML
- No es estándar, está hecha para esta asignatura
- Disponible en http://ortuno.es/vjcanvas.js

Figuras básicas



http://ortuno.es/figuras_basicas.html

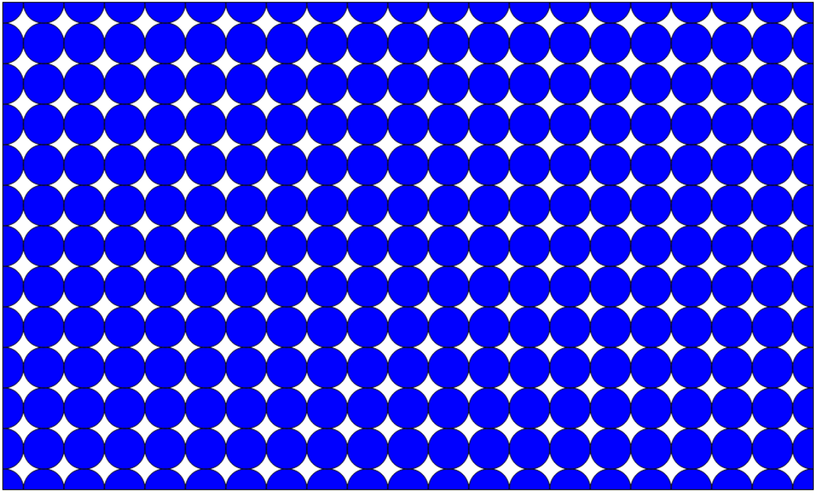
```
// Fijamos las coordenadas (lógicas)
let min_x = -200;
let max_x = 1000
let min_y = -100;
// max_y no lo especificamos, la librería lo calcula automáticamente
// para manterner las proporciones gráficas
vjcanvas.set_coords(min_x, max_x, min_y);


// Determinamos la posición y el tamaño de cada elemento
// (círculos y rectángulos)
let x, y, ancho, alto, diametro, color, color_borde, ancho_borde;
x = 0;
y = 0;
ancho = 200;
alto = 200;
color = "blue";
color_borde = "black";
ancho_borde = 1;
vjcanvas.rectangle(x, y, ancho, alto, color, color_borde, ancho_borde)
[...]
vjcanvas.circle(x, y, diametro, color, color_borde, ancho_borde);
[...]
```

Líneas

http://ortuno.es/lineas.html

```
let min_x = 0;
let max_x = 1000
let min_y = 0;
vjcanvas.set_coords(min_x, max_x, min_y);

let color = "black";
let ancho = 10;
let puntos = [
    [100,100],
    [100,200],
    [150,150],
    [200,200],
    [200,100],
];

vjcanvas.line(puntos, color, ancho);
```

Mosaicos

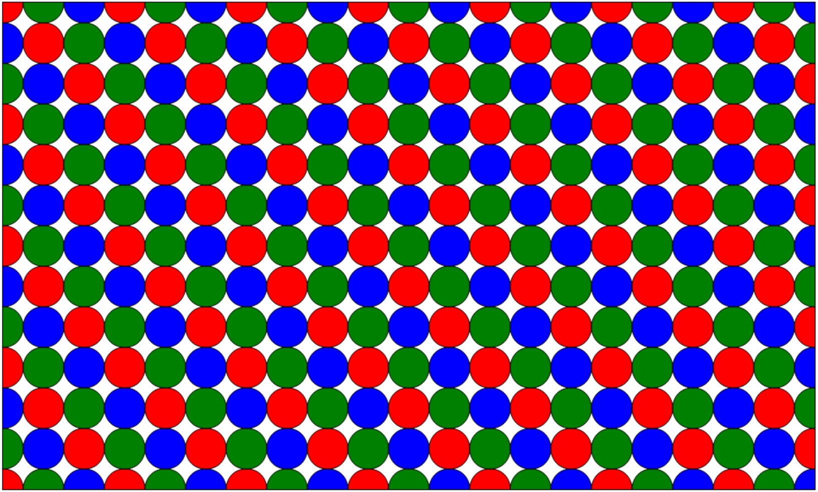


http://ortuno.es/mosaico_01.html

```
diametro = 50;
color = "blue";
for (let x=0; x <= 1000; x += diametro)
    for (let y=0; y <= 600; y += diametro) {
        vjcanvas.circle(x, y, diametro, color);
}
```

En la librería vjcanvas

- Las coordenadas de los círculos siempre se refieren al centro
- Las coordenadas de los rectángulo siempre se refieren a la esquina inferior izquierda
- Los polígonos tienen el parámetro booleano *from_center*, para indicar si las coordenadas son las del centro o las de la esquina

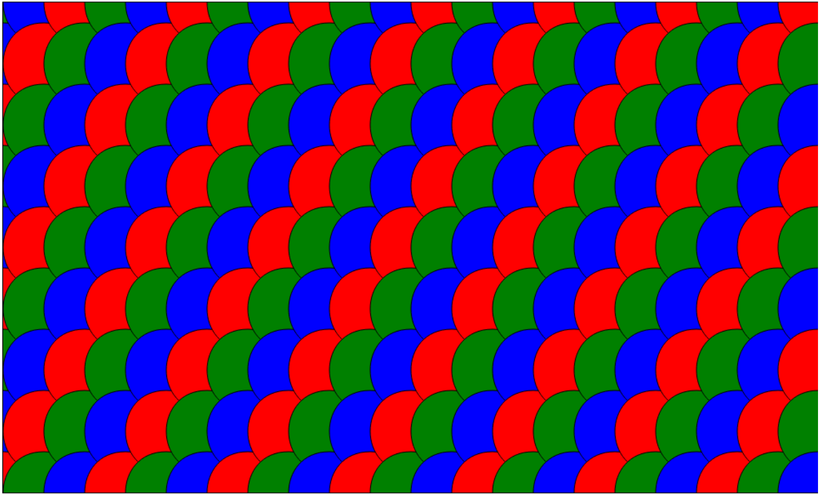


http://ortuno.es/mosaico_02.html

```
diametro = 50;
let colores = ['red', 'green', 'blue'];
let i_color = 0; // indice color
for (let x=0; x <= 1000; x += diametro)
    for (let y=0; y <= 600; y += diametro) {
        vjcanvas.circle(x, y, diametro, colores[i_color]);
        ++ i_color;
        if (i_color === colores.length)
            i_color =0;
}
```

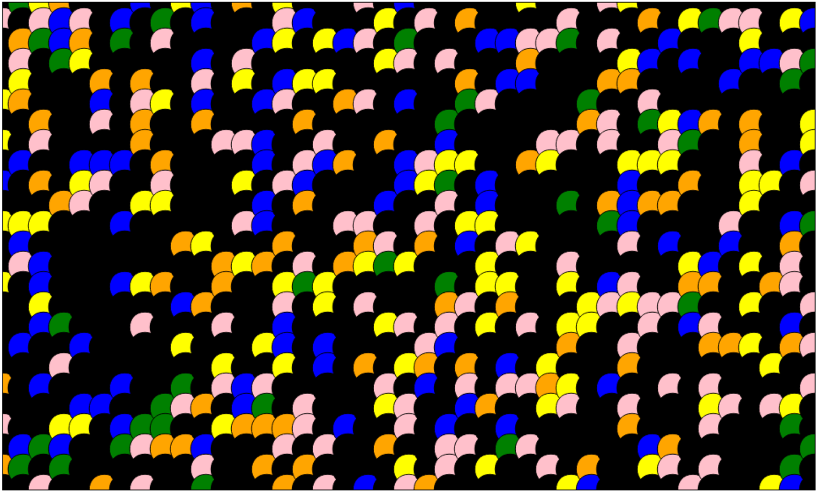
También podemos usar colores en formato RGB o HSL

```
colores02 = ['rgb(0, 255, 255)','rgb(255, 0, 255)' ];
colores03 = ['hsl(60, 100%, 50%)', 'hsl(0, 100%, 50%)'];
```



http://ortuno.es/mosaico_03.html

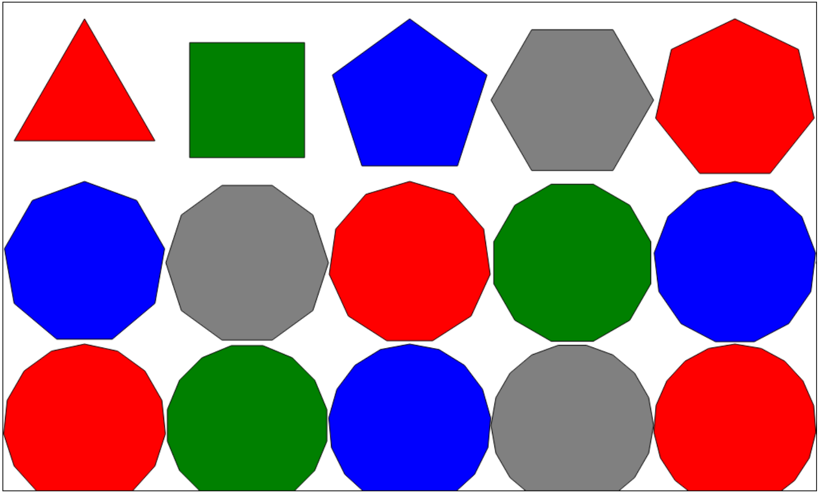
```
radio = 50;
let colores = ['red', 'green', 'blue'];
let i_color = 0; // indice color
for (let x=-50; x <= max_x; x += radio)
    for (let y=max_y; y >= -100; y -= radio*1.5) {
        vjcanvas.circle(x, y, radio * 2, colores[i_color]);
        ++ i_color;
        if (i_color === colores.length)
            i_color =0;
}
```



http://ortuno.es/mosaico_04.html

```
diametro = 25;
let colores;
colores = ['green', 'blue', 'pink','yellow','orange', 'black'];
// Repetimos el negro, para que predomine
colores = colores.concat(['black', 'black', 'black', 'black', 'black'])
console.log(colores);
let i_color = 0; // indice color
for (let x=-50; x <= max_x; x += diametro)
    for (let y=max_y; y >= -100; y -= diametro*1) {
        i_color = Math.floor(Math.random() * colores.length)
        vjcanvas.circle(x, y, diametro * 1.5, colores[i_color]);
}
```

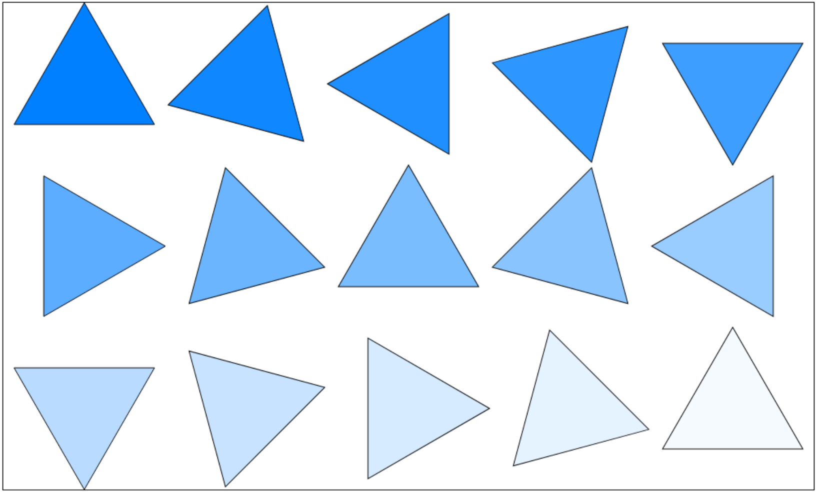
Polígonos



http://ortuno.es/poligonos.html

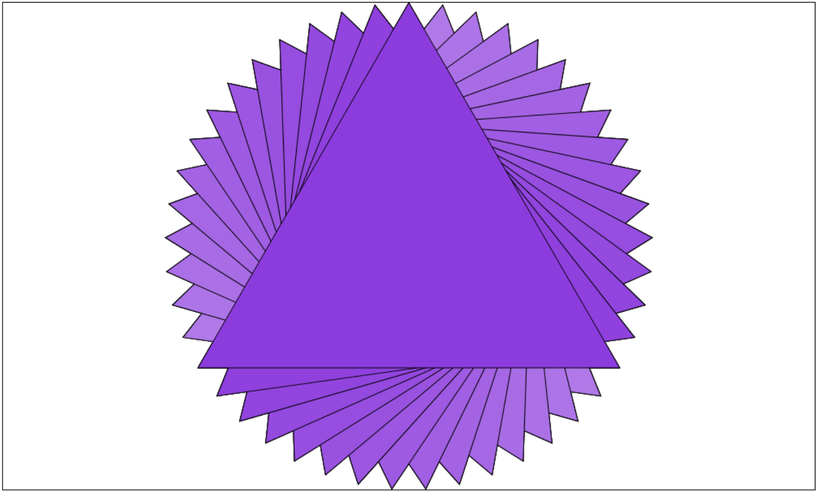
```
let radio = 100;
let colores = ['red', 'green', 'blue', 'grey'];
let i_color = 0;   // indice color
let lados = 3;
for (let y=580; y >= 0; y -= radio*2)
    for (let x=0; x <= 1000; x += radio*2){
        vjcanvas.polygon(x, y, lados, radio , colores[i_color]);
        i_color = i_color + 1;
        if (i_color === colores.length) {
            i_color = 0;
        }
        lados += 1;
}
```

Rotaciones y degradados



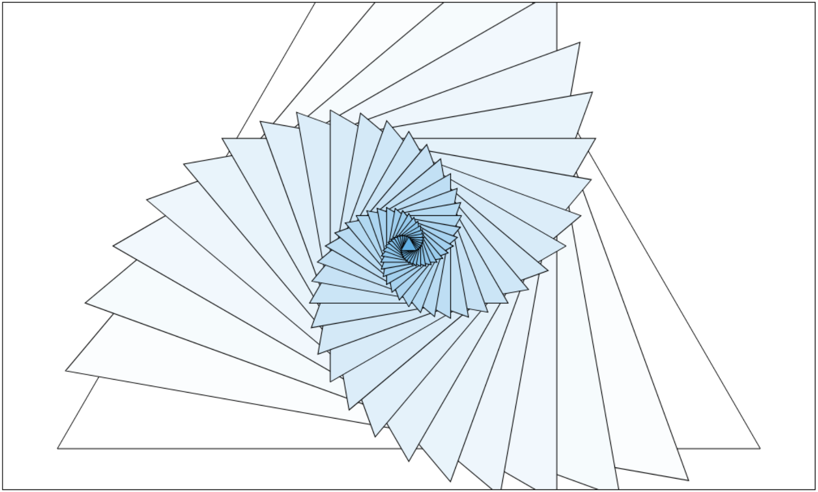
http://ortuno.es/rotacion_degradado_01.html

```
let radio = 100;
let lados = 3;
let color_borde = 'black';
let ancho_borde = 1;
let rotacion = 0;
let incremento_rotacion = 15;
let from_center = false;

let hue = 210;  // Lo mantendremos constante
let saturation = 100;  // Lo mantendremos constante
let lightness = 50;  // Lo iremos incrementando
let incremento_lightness = 3;

for (let y=max_y; y >= 0; y -= radio*2)
    for (let x=0; x <= max_x; x += radio*2){
        color = vjcanvas.hsl_to_color(hue, saturation, lightness);
        vjcanvas.polygon(x, y, lados, radio , color, from_center,
            color_borde, ancho_borde, rotacion);
        rotacion += incremento_rotacion;
        lightness += incremento_lightness;
}
```



http://ortuno.es/rotacion_degradado_02.html

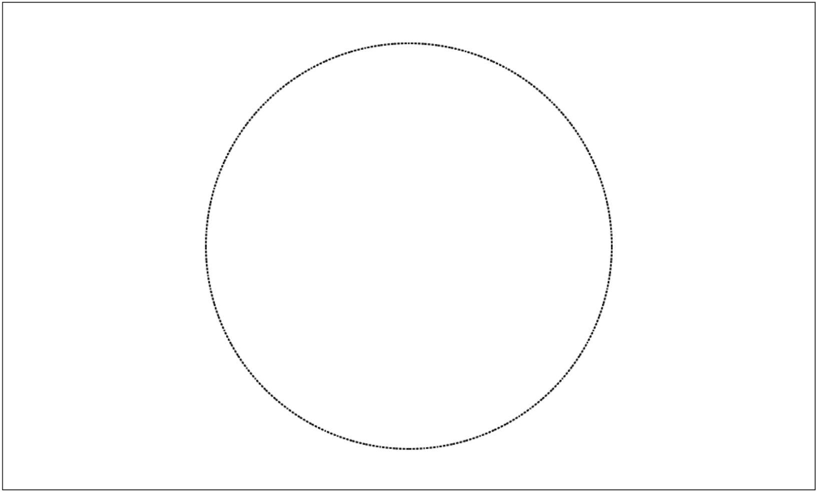
```
let radio = 300;
let lados = 3;
let color_borde = 'black';
let ancho_borde = 1;
let from_center = true;
let rotacion = 0;
let incremento_rotacion = 4;

let hue = 270;
let saturation = 70;
let lightness = 100;
let incremento_lightness = -1.0;

x = 500;
y = 300;

for (let rotacion=0; rotacion <= 360; rotacion += incremento_rotacion){
    color = vjcanvas.hsl_to_color(hue, saturation, lightness)

    vjcanvas.polygon(x, y, lados, radio , color, from_center,
        color_borde, ancho_borde, rotacion);

    lightness += incremento_lightness;
    rotacion += incremento_rotacion;
}
```



http://ortuno.es/rotacion_degradado_03.html

```
x = 500;
y = 300;
let radio = 500;
let lados = 3;
let color_borde = 'black';
let ancho_borde = 1;
let from_center = true;

let rotacion = 0;
let incremento_rotacion = 5;
let hue = 204;
let saturation = 70;
let lightness = 100;
let incremento_lightness = -1.0;
let incremento_radio = .9;

for (let rotacion=0; rotacion <= 360; rotacion += incremento_rotacion){
    color = vjcanvas.hsl_to_color(hue, saturation, lightness)

    vjcanvas.polygon(x, y, lados, radio , color, from_center,
        color_borde, ancho_borde, rotacion);

    lightness += incremento_lightness;
    rotacion += incremento_rotacion;
    radio *= incremento_radio;
}
```

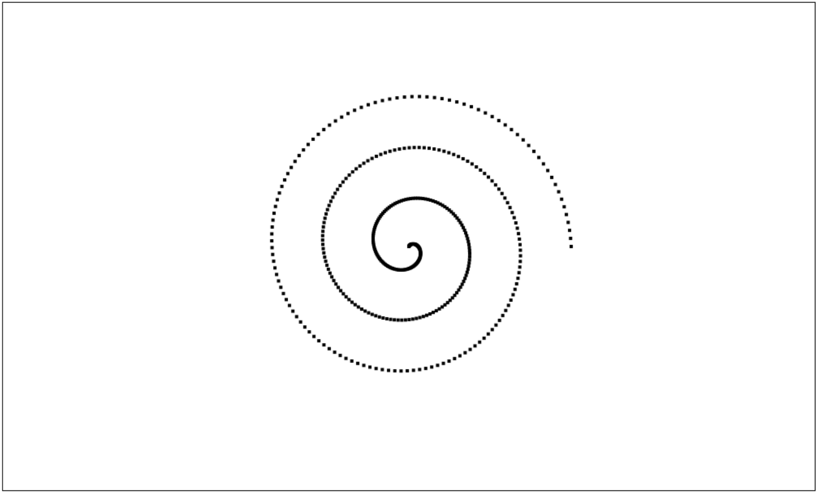
Construcción de un círculo



http://ortuno.es/construccion_circulo.html

```
let min_x = -1;
let max_x = 1;
let min_y = -.6;
vjcanvas.set_coords(min_x, max_x, min_y);

let x, y, grosor, alto, radio, color;
color = "black"
radio = max_x / 2;
let incremento = .02;
grosor = 2;

for (let angulo = 0; angulo <= 2*Math.PI ; angulo = angulo + incremento){
    y = Math.sin(angulo) * radio;
    x = Math.cos(angulo) * radio;
    vjcanvas.dot(x, y, color, grosor);
};
```

Espiral



http://ortuno.es/espiral.html

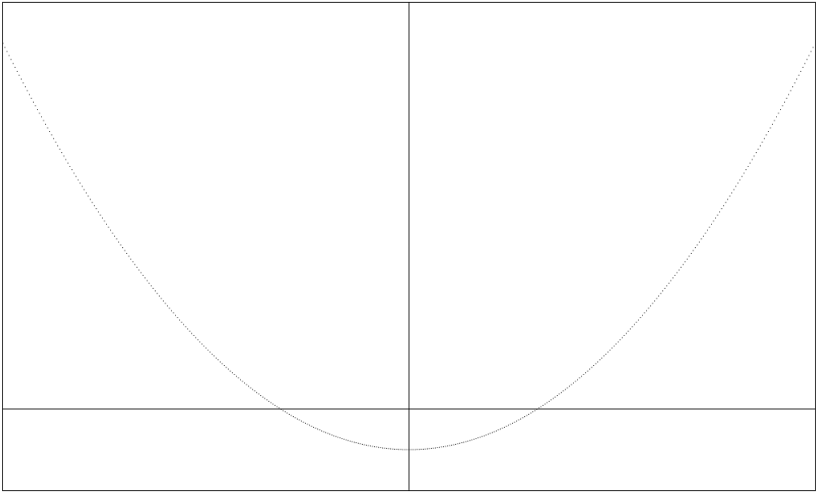
```
let incremento_angulo = .05;
let incremento_radio = .001;
let grosor = 4;
let vueltas = 5;
let x0 = .5;
let y0 = .5;

for (let angulo = 0; angulo <= 2*Math.PI * vueltas ;
        angulo = angulo + incremento_angulo){
    y = Math.sin(angulo) * radio;
    x = Math.cos(angulo) * radio;
    vjcanvas.dot(x, y, color, grosor) ;
    if (radio > 0){
        radio -= incremento_radio;
    };
};
```

Espiral de color

http://ortuno.es/espiral_color.html

```
let radio = .05;  // De la espiral
let radio_maximo = 1;
let color ;
let diametro_circulo = .3;
let x, y;
let color_borde = 'black';
let grosor_borde = 0;
let angulo = 0;
let incremento_angulo = 0.05;
let incremento_radio =  0.001;
let tamanio = 90;
let vueltas = 12;

for (let angulo = 0; angulo <= 2*Math.PI * vueltas ;
        angulo = angulo + incremento_angulo){
    y = Math.sin(-1 * angulo) * radio;
    x = Math.cos(-1 * angulo) * radio;
    color = vjcanvas.random_color();
    vjcanvas.circle( x, y, diametro_circulo, color,
       color_borde, grosor_borde );
    if (radio < radio_maximo ){
        radio += incremento_radio;
    };
};
```

Funciones matemáticas



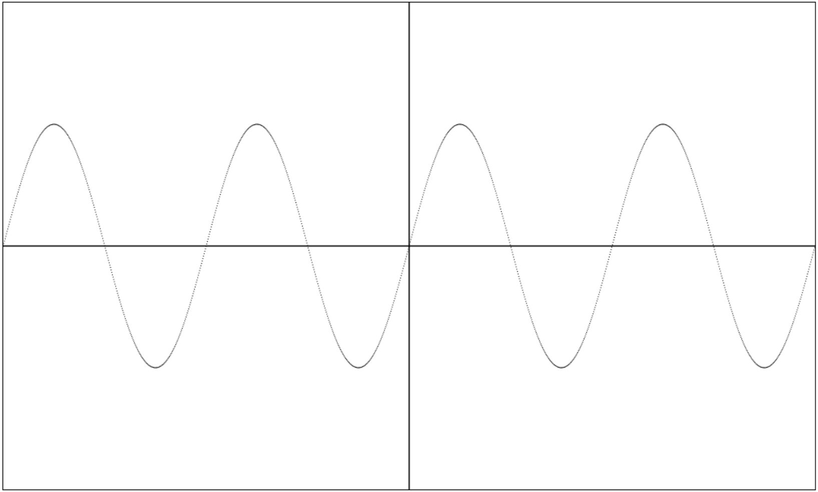
http://ortuno.es/parabola.html

Para estos ejemplos, ya no es conveniente ajustar el ratio de aspecto de los gráficos. No importa que las proporciones gráficas sean distintas a las lógicas

Añadimos al método *set_coords* el parámetro *correct_ratio* con el valor *false*

```
let vc = {};  // virtual coordinates. Objeto global
vc.min_x = -10;
vc.max_x = 10;
vc.min_y = -20;
vc.max_y = 100;

function dibuja_ejes(){
    let color = "black";
    let grosor = 1;
    let puntos;
    puntos = [ [vc.min_x,0], [vc.max_x, 0] ];
    vjcanvas.line(puntos, color, grosor);

    puntos = [ [0,vc.min_y], [0, vc.max_y] ] ;
    vjcanvas.line(puntos, color, grosor);
    return;
}
```

```
function main(){
    let corrige_ratio = false;
    vjcanvas.set_coords(vc.min_x,vc. max_x, vc.min_y, vc.max_y, corrige_ratio);

    let color = "black"
    let grosor = 1;
    let y;
    let incremento_x = 0.05;
    let alpha = 1;

    dibuja_ejes();

    for(let x = vc.min_x; x<= vc.max_x; x += incremento_x){
        y =  alpha * x**2 - 10;
        vjcanvas.dot(x, y, color, grosor);
    }
};
```



http://ortuno.es/seno.html

```
function main(){
    let corrige_ratio = false;
    vjcanvas.set_coords(vc.min_x,vc. max_x, vc.min_y, vc.max_y, corrige_ratio);

    let color = "black"
    let grosor = 1;
    let y;
    let incremento_x = 0.02;

    dibuja_ejes();

    for(let x = vc.min_x; x<= vc.max_x; x += incremento_x){
        y = Math.sin(x) ;
        vjcanvas.dot(x, y ,color, grosor);
    }
};
```

Depuración

Por la naturaleza de estos programas, no tiene sentido probarlos en node.js, es necesario desarrollar directamente sobre el navegador.
Para depurar:

- Presta atención a los mensajes que pueda mostrar el motor de JavaScript en la consola
  - Atajo en Chrome: `Ctrl Shift I`
- Puedes trazar los distintos parámetros para comprobar que tengan valores *razonables*