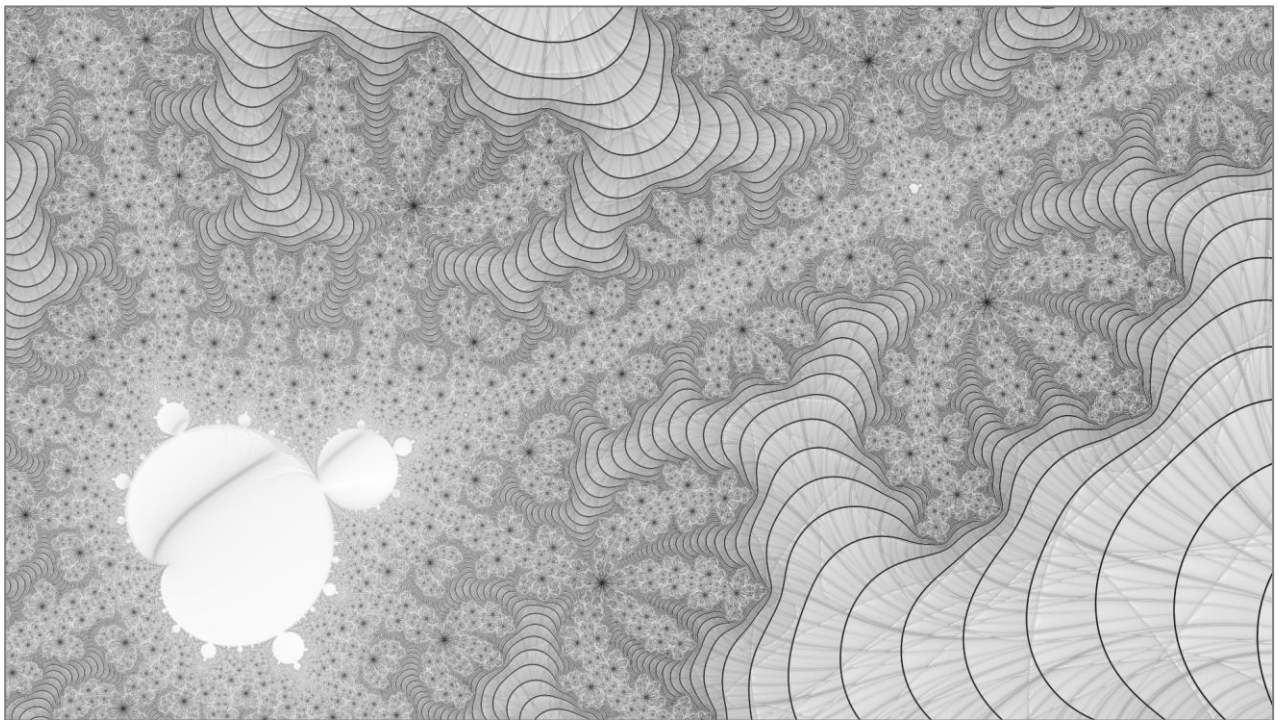


# FFExplorer

## TUTORIAL

Este tutorial ofrece una visión general de **FFExplorer v13.1**, en adelante **FFE**. Con la información aquí descrita aprenderás a manejar la aplicación, pero para obtener mejores resultados es conveniente tener unas nociones básicas de geometría fractal.



«Al ser un lenguaje, las matemáticas se pueden utilizar no sólo para informar, sino también, entre otras cosas, para seducir...»

**Benoît Mandelbrot, creador de la Teoría de Fractales**

[fractalfun.es](http://fractalfun.es)

## CONTENIDO

EXPLORAR UN FRACTAL .....	4
CAMBIAR EL TIPO DE FRACTAL .....	8
MODIFICAR LOS PARÁMETROS DE UNA FUNCIÓN .....	10
CREAR FÓRMULAS PERSONALIZADAS.....	13
CAMBIAR EL MÉTODO DE COLORACIÓN .....	16
APLICAR Y ADMINISTRAR PALETAS DE COLOR .....	19
CREAR PALETAS PERSONALIZADAS.....	23
APLICAR TRAMPAS ORBITALES Y ADMINISTRAR PATRONES.....	24
ROTAR UN FRACTAL.....	28
CREAR FORMAS PERSONALIZADAS.....	29
UTILIZAR EL SELECTOR DE ELEMENTOS .....	32
CONFIGURAR OPCIONES .....	34
TRABAJAR CON PARÁMETROS .....	36
EXPORTAR E IMPORTAR PARÁMETROS .....	39
VER LOS CONJUNTOS DE JULIA DE UN FRACTAL.....	41
APLICAR TRANSFORMACIONES JULITER.....	42
AUTOMATIZAR PROCESOS MEDIANTE TAREAS .....	43
VER INFORMACIÓN ACERCA DE UN FRACTAL.....	45
HIBERNACIÓN DE PROCESOS.....	47
RENDERIZAR FRACTALES EN ALTA RESOLUCIÓN.....	47
RENDERIZAR DESCRIPTORES LAGRANGIANOS.....	49
CREAR PROYECCIONES ESTEREOGRÁFICAS .....	51
CREAR MAPAS DE JULIA .....	53
CREAR IMÁGENES CALEIDOSCÓPICAS.....	54
CREAR ÁRBOLES DE PITÁGORAS .....	55

CREAR DISEÑOS DE SIERPINSKI.....	56
CREAR AGREGADOS LIMITADOS POR DIFUSIÓN.....	57
CREAR COPOS DE NIEVE.....	58
CREAR RUIDO CELULAR.....	59
CREAR DIAGRAMAS DE MULTIPLICACIÓN .....	61
CREAR REDES DE BOIDS .....	62
CREAR FRACTALES LINEALES .....	65
CREAR AUTÓMATAS CELULARES .....	67
CREAR LABERINTOS .....	70
CONSEJOS .....	72

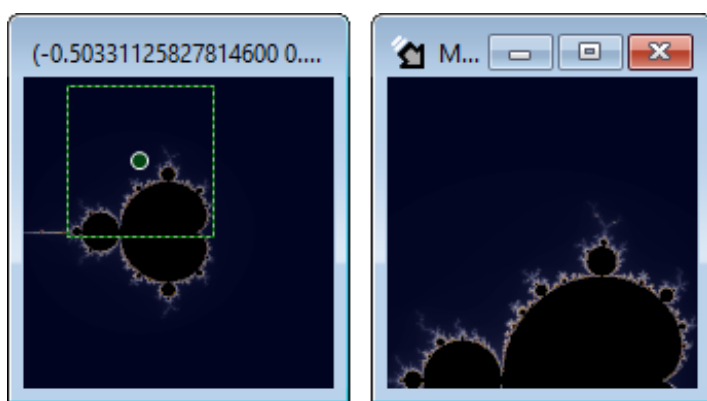
## EXPLORAR UN FRACTAL

Abre un nuevo lienzo desde el menú “*Archivo*” o presionando “*Control + N*”. Si deseas cargar un tipo de fractal concreto posíciónate sobre “*Nuevo lienzo de tipo...*” y en el menú secundario que se despliega elige el tipo de fractal.

Para explorar el fractal dispones de las siguientes funciones:

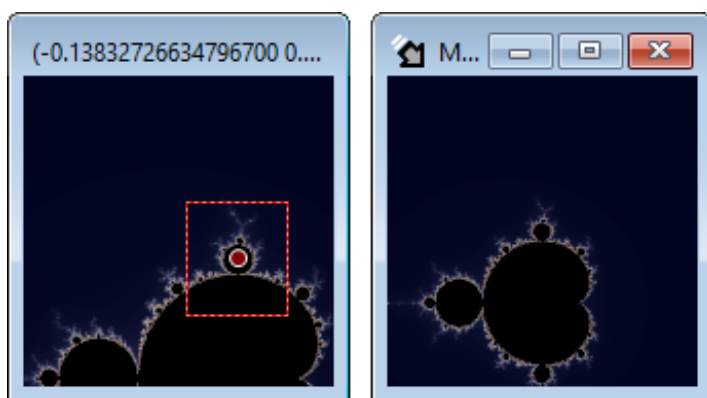
- ZOOM IN

Con el botón izquierdo del ratón pulsa sobre un punto de la imagen y sin soltarle desplaza el ratón para crear una selección. Suelta el botón para realizar un zoom positivo del área seleccionada. Ve más opciones de zoom en la “*Guía de exploración*”, que se encuentra disponible en el menú “*Ayuda*” de **FFE**.



- ZOOM OUT

Con el botón derecho del ratón pulsa sobre un punto de la imagen y sin soltarle desplaza el ratón para crear una selección. Suelta el botón para realizar un zoom negativo del área seleccionada. Si se realiza lo anterior sujetando la tecla “*Alt*” se producirá un zoom centrado en el lienzo.

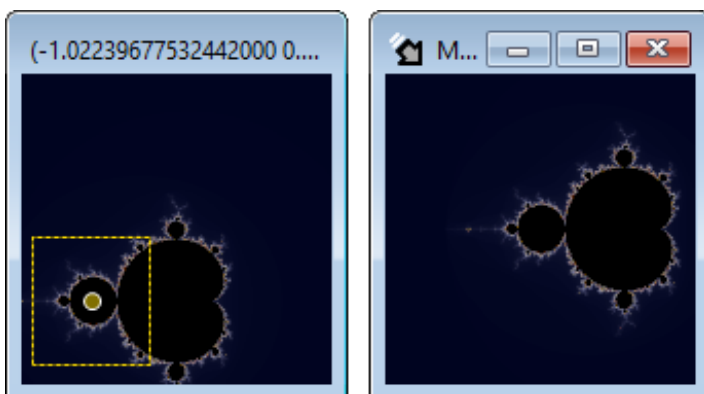


- CENTRADO

Existen tres opciones:

1. Haz doble clic sobre un punto de la imagen para centrarlo.
2. Haz clic sobre un punto de la imagen mientras sujetas la tecla “*F*”.

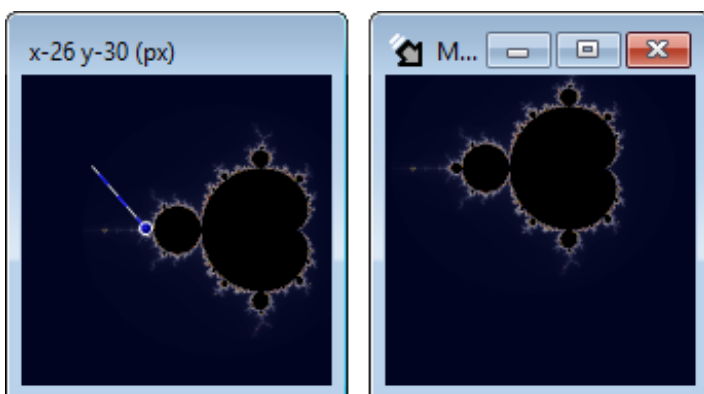
3. Pulsa con el botón central del ratón sobre un punto de la imagen y sin soltarle desplaza el ratón para crear una selección. Suelta el botón para centrar en el lienzo el punto central del área seleccionado.



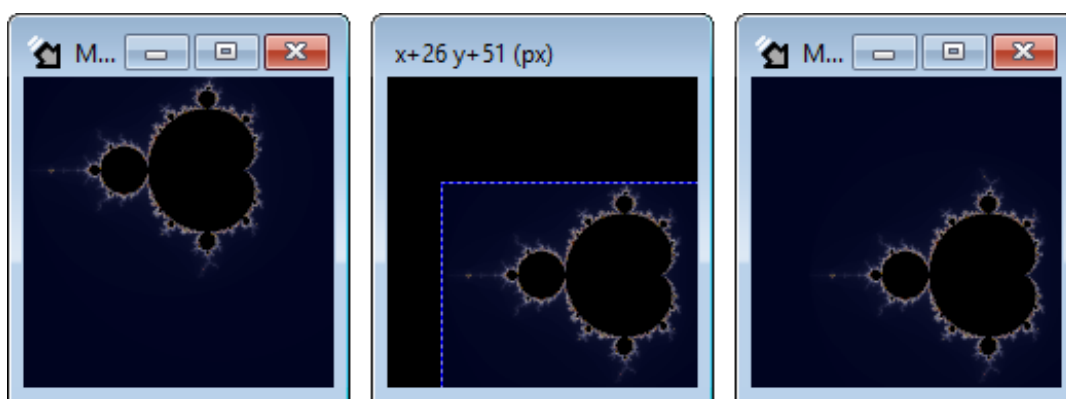
- DESPLAZAMIENTO

Existen dos posibilidades:

1. Presiona la tecla "*Shift*" y sin soltarla pulsa sobre la imagen con el botón izquierdo del ratón para marcar un punto de origen. Sin soltar el botón del ratón ni la tecla "*Shift*" desplaza el ratón hasta el punto de destino. Suelta el botón del ratón para confirmar el desplazamiento del punto origen hasta el punto destino.



2. Presiona la tecla "*Control*" y sin soltarla pulsa sobre la imagen con el botón izquierdo del ratón para "agarrarla". Sin soltar el botón del ratón ni la tecla "*Control*" desplaza el ratón para arrastrar la imagen hasta una nueva posición. Suelta el botón del ratón para confirmar el desplazamiento de la imagen hasta la nueva posición.

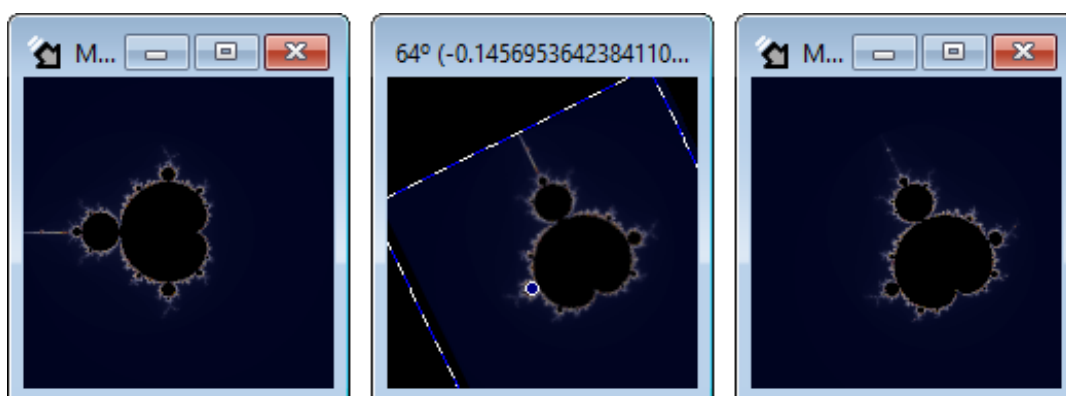


- ROTACIÓN

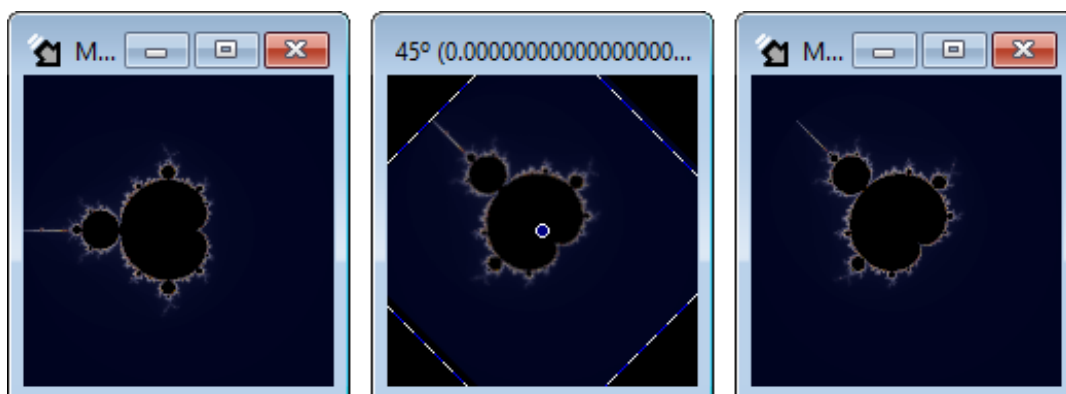
\* La rotación no está disponible para los fractales especiales de tipo Bifurcación e IFS.

Existen dos posibilidades:

1. Presiona la tecla "*Shift*" y sin soltarla pulsa sobre la imagen con el botón derecho del ratón para marcar el centro de rotación. Sin soltar el botón del ratón ni la tecla "*Shift*" desplaza el ratón horizontalmente para rotar la imagen. Suelta el botón del ratón para confirmar la rotación.



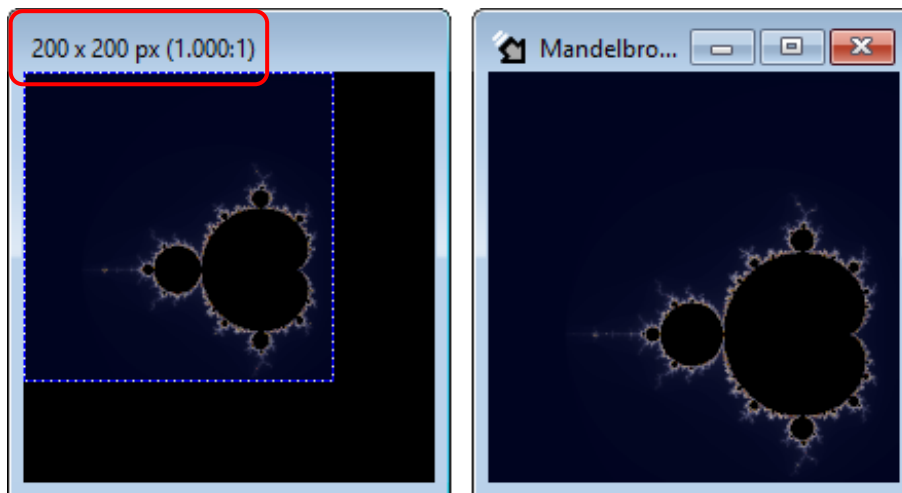
2. Presiona la tecla "*Control*" y sin soltarla pulsa sobre cualquier punto de la imagen con el botón derecho del ratón. Sin soltar el botón del ratón ni la tecla "*Control*" desplaza el ratón horizontalmente para rotar la imagen alrededor de su punto central. Suelta el botón del ratón para confirmar la rotación.



Este tipo de rotación se puede realizar de forma más precisa desde el formulario “Edición”, que se verá más adelante.

- REDIMENSIONADO

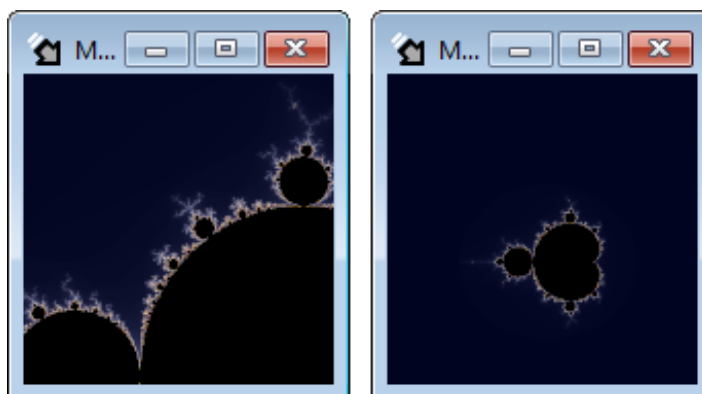
Modifica el tamaño de la ventana para que el lienzo se redimensione y se adapte a su tamaño. Mientras se realiza esta operación las dimensiones del lienzo aparecen anotadas en el marco de la ventana.



También se puede redimensionar un lienzo con las opciones de ajuste de tamaño y relación de aspecto disponibles en el menú “Ventana”.

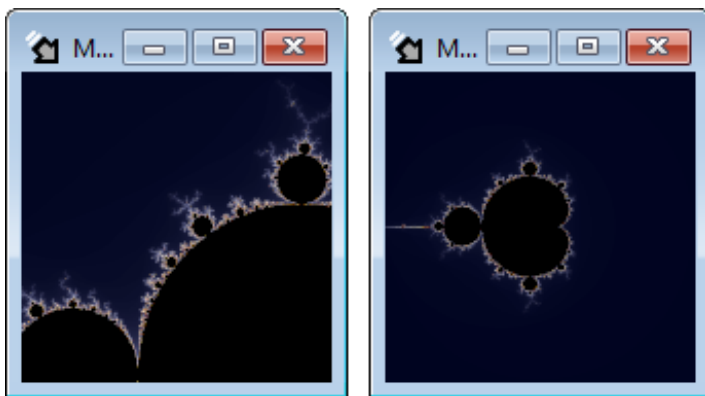
- OBTENER VISTA SATÉLITE

Pulsa “Vista satélite” en el menú “Editar” o presiona “Control + Up” para realizar un zoom negativo hasta alcanzar una vista completa del fractal. Con esta operación el punto central de la imagen inicial se mantendrá centrado en el lienzo.



- OBTENER VISTA PRINCIPAL

Pulsa “Vista principal” en el menú “Editar” o presiona “Control + Space” para encajar una vista completa del fractal en el lienzo. Con esta operación se pierde la referencia del punto central de la imagen inicial.



Todas las acciones que requieren realizar una selección con el ratón, al finalizar, dejan centrado en el lienzo el punto central del área seleccionada. Este tipo de acciones se pueden cancelar pulsando la tecla “*Escape*” antes de soltar el botón del ratón.

### Saber más...

Para que las imágenes se muestren más rápidamente se recomienda utilizar un lienzo pequeño mientras se explora, y una vez que tenga el aspecto deseado redimensionarlo para generar la imagen final.

Para evitar cambios no deseados en el encuadre de una imagen debidos al redimensionado se debe tener en cuenta desde el principio la relación de aspecto que se desea para la imagen final. Por ejemplo: si se desea generar una imagen de 1.600 x 1.000 px lo recomendable es trabajar con un lienzo más pequeño de dimensiones proporcionales. La relación de aspecto deseada es de  $1.600 / 1.000 = 1,6$  por lo que cualquier lienzo que cumpla esa relación permitirá evitar el problema, tal como un lienzo de 320 x 200 px.

Cuando se abre un nuevo lienzo sin concretar el tipo de fractal, éste carga el último tipo seleccionado.

## CAMBIAR EL TIPO DE FRACTAL

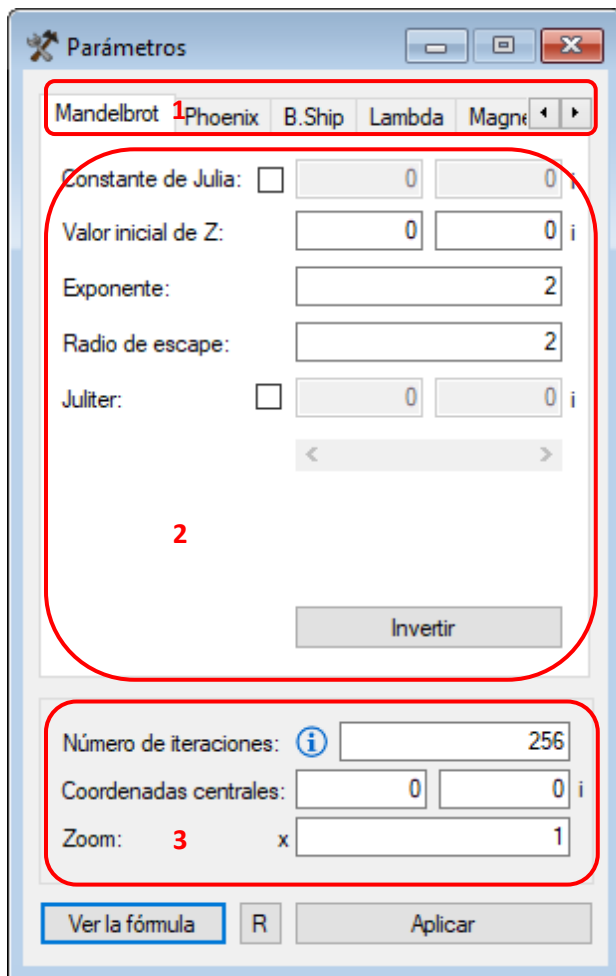
Abre la herramienta “*Parámetros*” desde el menú “*Ver*” o presionando “*Control + Alt + P*”. Esta herramienta tiene una pestaña por cada tipo de fractal (zona 1 de la imagen) con los parámetros propios del mismo (zona 2 de la imagen) y un área de parámetros comunes a todos los fractales (zona 3 de la imagen). Selecciona las diferentes pestañas para cambiar el tipo de fractal.

La versión v13.1 de **FFE** incluye los fractales: Mandelbrot, Phoenix, Burning Ship, Lambda, Magnet, Spider, Manowar, Nova, IRF (Newton, Halley, Secante, Householder, Schröder, Steffensen, Laguerre, Muller, Parhalley, Whittaker y Chebyshev), Fatou, Collatz, Mandelbox 2D, Lyapunov, Bifurcación, IFS, Buddhabrot, Atractor y Lineal. Estas funciones principales permiten crear hasta 224 tipos de fractal diferentes.

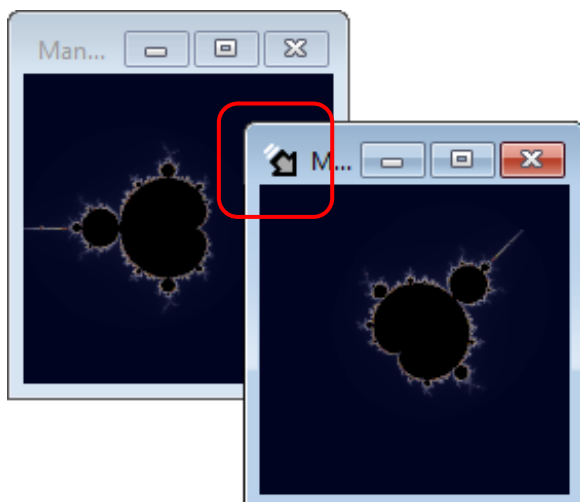
También existe la posibilidad de crear fórmulas personalizadas, como se verá más adelante.

Los fractales del tipo Mandelbox 2D, Lyapunov, Bifurcación, IFS, Buddhabrot, Atractor y Lineal son especiales y algunas de las funciones que se describen en este tutorial no están disponibles para ellos.





Si hay varios lienzos abiertos esta herramienta muestra los parámetros del “*Lienzo activo*”, que es el último lienzo cuya ventana ha sido activada, esto también es aplicable al resto de herramientas que se verán más adelante. El “*Lienzo activo*” se identifica con un icono en forma de flecha.



### Saber más...

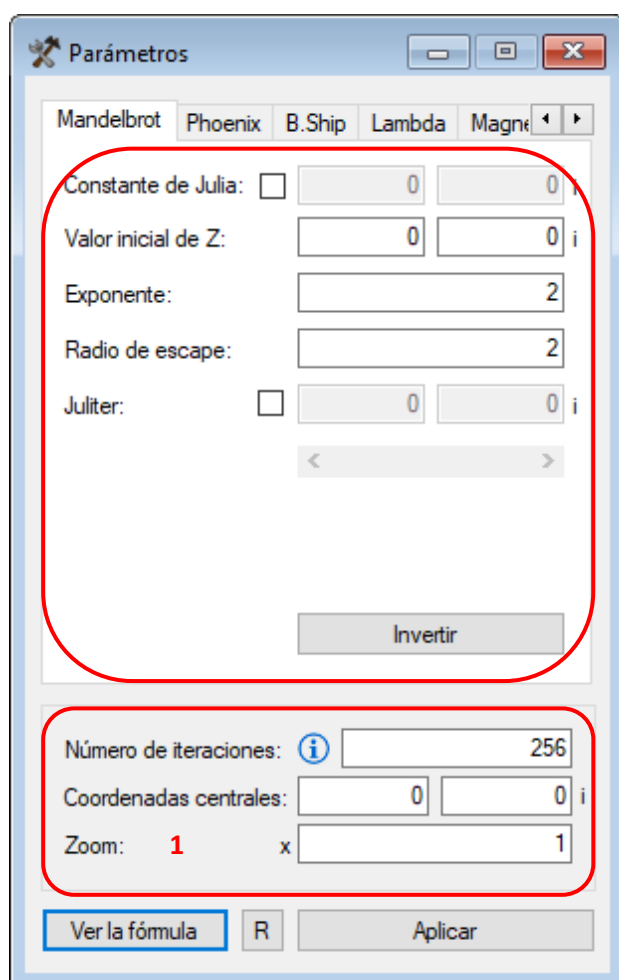
Cada lienzo tiene un historial de cambios independiente para cada tipo de fractal, de forma que cuando se cambia de un tipo a otro no se pierde el historial de cambios de ninguno de ellos. Se accede al historial de

cambios desde el menú “*Editar*” pulsando en “*Deshacer*” y “*Rehacer*” o presionando “*Control + Z*” y “*Control + Y*” respectivamente.

Al explorar el fractal puede ocurrir que el icono del “*Lienzo activo*” cambie de color, pasando a ser naranja. Esto indica que se han sobrepasado las capacidades de procesamiento del ordenador.

### **MODIFICAR LOS PARÁMETROS DE UNA FUNCIÓN**

Cada fractal se genera con un algoritmo cuyos parámetros pueden ser modificados. Abre la herramienta “*Parámetros*” desde el menú “*Ver*” o presionando “*Control + Alt + P*” y cambia los valores de los parámetros para crear variaciones del fractal original. Para aplicar los cambios de un parámetro pulsa la tecla “*Enter*” en cualquiera de sus campos.



Los parámetros comunes a todos los fractales son (zona 1 de la imagen):

- **NÚMERO DE ITERACIONES** (número entero positivo)

Indica cuantas veces se va a recalcular la función. Un valor alto dota al fractal de mayor “profundidad” para la operación de zoom positivo, pero ralentiza los cálculos. Es conveniente aumentar las iteraciones poco a poco solo cuando sea necesario.

- COORDENADAS CENTRALES (número complejo)

Este parámetro permite centrar un punto del fractal en el lienzo indicando sus coordenadas. Cuando se explora el fractal, el valor varía con las coordenadas del punto del fractal que coincide con el centro del lienzo.

- ZOOM (número decimal positivo)

Este parámetro permite realizar zoom positivo o negativo sobre las coordenadas centrales. Cuando se explora el fractal, el valor varía con el nivel de zoom.

Para localizar una zona del fractal en **FFE** se deberán utilizar conjuntamente los parámetros de “Coordenadas centrales” y “Zoom”. Además, puede ser necesario ajustar el “Número de iteraciones”. El nivel de zoom puede ser proporcionado en notación científica, y en ese caso, para introducirlo en el formulario de “parámetros”, es necesario transformarlo de la siguiente forma:

<u>Notación científica</u>	<u>Notación E</u>	<u>Valor</u>
123,456789 x 10 <sup>4</sup>	123,456789E4	<b>1234567,89</b>
123,456789 x 10 <sup>-4</sup>	123,456789E-4	<b>0,0123456789</b>

Por ejemplo, los siguientes parámetros corresponden a la localización de un elefante, del Valle de los elefantes, del conjunto de Mandelbrot:

Coordenadas centrales: 0,276507227815727, -0,00652125825352444 i

Zoom: x 12836,3610205248

Los parámetros específicos según el tipo de fractal son:

- EXPONENTE DE Z (número decimal)

\* Este parámetro no se puede modificar para los fractales de tipo especial.

Es el exponente de la variable “Z” y permite crear mutaciones del fractal original.

- CONSTANTE DE JULIA (número complejo)

Cuando se activa este parámetro la variable “C” pasa a ser constante con el valor que se fije y el fractal se dibuja mediante el “método de Julia”.

Cuando se desactiva, el valor no se utiliza y el fractal recupera el estado anterior a la activación mediante el “método de Mandelbrot”. En este caso, cuando se explora el fractal, el valor propuesto por la aplicación para la constante varía correspondiéndose con las coordenadas del punto central de la imagen.

- CONSTANTE DE DISTORSIÓN (número complejo)

Esta constante distorsiona el aspecto del fractal. Si se fija a cero no tiene efecto.

- CONSTANTE DE RELAJACIÓN (número complejo)

Esta constante modifica la complejidad del fractal. Si se fija a uno no tiene efecto.

- VALOR INICIAL DE Z (número complejo)

Es el valor de “Z” que se utiliza de partida para empezar a iterar la función y permite crear mutaciones del fractal original.

- VALOR INICIAL DE X (número decimal)

Es el valor de “X” que se utiliza de partida para empezar a iterar la función y permite crear mutaciones del fractal original.

- RADIO DE ESCAPE / TOLERANCIA (número decimal positivo)

Su valor establece una condición crítica de escape que si se cumple interrumpe el proceso de iteración.

- ESCALA / RADIO \* / CAPA Z (número decimal)

Estos parámetros cambian el tamaño y el aspecto en los multi-fractales.

- SECUENCIA DE LYAPUNOV (secuencia binaria)

Es una secuencia de valores 0 y 1 que determina el valor utilizado para iterar la función.

- PLANO

Esta opción aplica transformaciones que afectan a la variable que recorre el plano y permite crear variantes del fractal.

### Saber más...

Los números complejos constan de una parte real y otra imaginaria, y se representan de forma binómica como  $Z = (a + b i)$ , donde “a” es el número real y “b” es un número imaginario múltiplo de la unidad imaginaria “i”. Los números “a” y “b” pueden ser decimales positivos o negativos y la unidad imaginaria “i” es una constante igual a la raíz cuadrada de menos uno.

Para optimizar el proceso de cálculo se recomienda aumentar el número de iteraciones solo cuando sea necesario. Por ejemplo, aumentarlo gradualmente si se necesita mayor definición a medida que se realiza zoom, o disminuirlo en el caso de que el zoom sea negativo.

Al modificar los parámetros del fractal puede ocurrir que el icono del “*Lienzo activo*” cambie de color, pasando a ser azul. Esto indica que hay parámetros pendientes de aplicar.

## CREAR FÓRMULAS PERSONALIZADAS

Para crear tus fórmulas personalizadas deberás utilizar la sintaxis del lenguaje de programación Visual Basic, del cual la aplicación reconoce la clase **Math** y la estructura de datos **Complex**.

**FFE** permite crear fórmulas que aprovecharán todas las características de los algoritmos fractales y de coloración disponibles en la aplicación. Para ello abre el editor de fórmulas desde el menú “Ver” o presionando “Alt + O”.

**Diseñador de fórmula**

Fórmula:  Fórmula actual ☒

Clasificación:

**1 - DEFINICIÓN DE VARIABLES:**

Nombre	Uso	Tipo	Valor
Z	Iteración	Complejo	(0, 0)
C	Pixel	Complejo	
E	Valor	Real	2

**2 - OPERACIONES PREVIAS:**

**3 - CONDICIONES DE ESCAPE:**

Variable	Tipo	Valor	Descripción
Z	R. Escape	2	Z  > Radi...

**4 - OPERACIONES DEL BUCLE DE ITERACIÓN:**

**5 - OPERACIONES POSTERIORES:**

**6 - OBSERVACIONES:**

Esta herramienta permite personalizar la fórmula siguiendo los pasos que se indican a continuación:

### 1. DEFINICIÓN DE VARIABLES

En este paso se deberán definir todas las variables que se utilizarán en la fórmula, las cuales pueden ser de los siguientes tipos:

- Iteración: variable para iterar. Se trata de la variable cuyo valor se utilizará para colorear el pixel analizado tras su proceso de iteración. En el formulario de parámetros se podrá modificar su valor inicial. (Máximo: 1 variable)
- Pixel: variable para recorrer el plano. Se trata de la variable que el algoritmo utilizará para almacenar las coordenadas del plano complejo que vaya a analizar en cada momento, y que corresponden al pixel que se coloreará. (Máximo: 1 variable)
- Valor: variable auxiliar. Se trata de un tipo variable que se puede utilizar para diferentes fines. Por ejemplo, como valor constante o para almacenar el resultado de una operación cuyo valor se desea utilizar varias veces más adelante. (Máximo: no establecido)

## 2. OPERACIONES PREVIAS (opcional)

En este paso se podrán definir operaciones previas al proceso de iteración. Por ejemplo:

- Cálculo de plano espejo " $C \leftarrow 1 / C$ ", donde " $C$ " es la variable de tipo "*pixel*".
- Cálculo de plano inverso " $C = 1 / C$ ", donde " $C$ " es la variable de tipo "*pixel*". Aunque se puede forzar el plano inverso de esta manera, es conveniente no hacerlo y dejar que la aplicación lo intente hacer por sí misma cuando se active la opción "*Invertir*" en el formulario de parámetros.
- Modo Julia " $Z = P$ ", donde " $Z$ " es la variable de tipo "*iteración*" y " $P$ " es la variable de tipo "*pixel*". Aunque se puede forzar el "*Modo Julia*" de esta manera, es conveniente no hacerlo y dejar que la aplicación lo intente hacer por sí misma cuando se active la "*Constante de Julia*" en el formulario de parámetros.

En este punto también se podrán inicializar variables de tipo "*Valor*" con los valores de otras variables cuyo tipo sólo se puede usar una vez. Por ejemplo: " $V = C$ ", donde " $V$ " es una variable de tipo "*Valor*" y " $C$ " es la variable de tipo "*pixel*".

## 3. CONDICIONES DE ESCAPE

En este paso se definirán las condiciones que, en el caso de producirse, harán que el proceso de iteración finalice antes de que se hayan consumido las iteraciones introducidas en el formulario de parámetros. Las condiciones pueden ser de los siguientes tipos:

- Radio de escape: se dará cuando el valor absoluto de la variable elegida supere el valor de radio de escape introducido.
- Tolerancia: se dará cuando el valor absoluto de la variable elegida sea inferior o igual al valor de tolerancia introducido.

En el formulario de parámetros se podrán modificar los valores de "*Radio de escape*" y de "*Tolerancia*".

#### 4. OPERACIONES DEL BUCLE DE ITERACIÓN

En este paso se definirán las operaciones del bucle de iteración, es decir, las operaciones que corresponden a la función iterativa del fractal.

#### 5. OPERACIONES POSTERIORES (opcional)

En este paso se podrán definir operaciones posteriores al proceso de iteración.

#### 6. OBSERVACIONES (opcional)

En este apartado se podrá añadir cualquier información útil relacionada con la fórmula o con su autor.

Para finalizar, introduce el nombre con el que desees guardar la fórmula, un nombre de clase para su agrupación (opcional) y por último pulsa alguno de los siguientes botones (según la acción deseada):

- Aplicar, para guardar y cambiar la fórmula del lienzo activo por la nueva.
- Abrir, para guardar y abrir un nuevo lienzo que utilice la fórmula.
- Guardar, para guardar la fórmula.

Si la fórmula se compila correctamente, esta pasará a estar disponible junto al resto de los algoritmos integrados en la aplicación. En el caso de que se produzcan errores de compilación, aparecerá un mensaje informativo y se deberán subsanar dichos errores para que la fórmula se pueda usar.

Cuando el lienzo activo muestre un fractal calculado con una fórmula del editor, este último ofrecerá la posibilidad de añadir a la fórmula una imagen representativa del fractal. Para ello explora el fractal, marca la casilla “*Fórmula actual*” y pulsa el botón “*Incluir ejemplo*” o “*Actualizar ejemplo*”. A continuación, pulsa el botón “*Guardar*” para sobrescribir la fórmula.

Para abrir un lienzo con la fórmula de ejemplo pulsa sobre su vista previa.

**Importante:** por motivos de rendimiento no es recomendable declarar variables del tipo “Complejo” si sólo se va a utilizar su componente real. De igual forma, no es recomendable calcular valores conocidos:

#### No recomendado

$V = \text{New Complex}(2, 0)$

$PI = 2 * \text{Math.Asin}(1)$

$PHI = (\text{Math.Sqrt}(5) + 1) / 2$

#### Recomendado

$V = 2$

$PI = \text{Math.PI}$

$PHI = 1.6180339887498949$

Se pueden cargar fórmulas de ejemplo en el editor de fórmulas desde el menú archivo, posicionando el cursor del ratón sobre “*Abrir fórmula de ejemplo*” y eligiendo el ejemplo de fórmula deseado.

## CAMBIAR EL MÉTODO DE COLORACIÓN

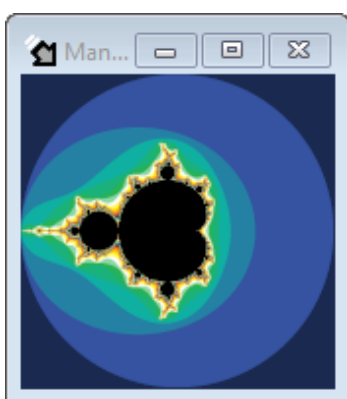
\* Los fractales de tipo especial utilizan métodos de coloración específicos y no se pueden cambiar.

Para dibujar un fractal hace falta definir un método de coloración. **FFE** utiliza por defecto el algoritmo de “*Tiempo de escape*”. Para utilizar otro método pulsa en el menú “*Configuración*” y a continuación posíciónate sobre “*Método de coloración por defecto*”. En el submenú que se despliega pulsa sobre el método que deseas utilizar por defecto.

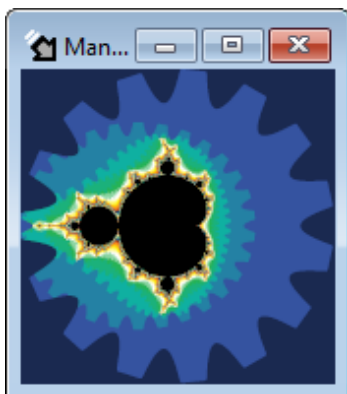
**FFE** dispone de los siguientes métodos de coloración:

- TIEMPO DE ESCAPE:

Colorea el fractal basándose en el número de iteraciones alcanzadas durante el proceso de cálculo.



Este método de coloración permite utilizar formas y superformas para definir el perímetro de escape:



- ÁNGULO DE ESCAPE:

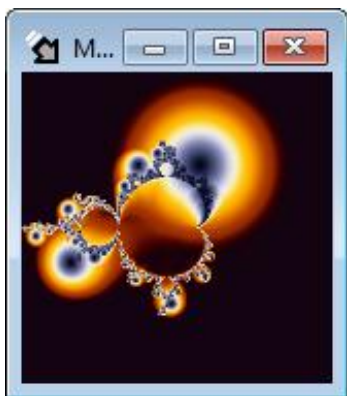
Colorea el fractal basándose en ángulo que forma con el eje horizontal la variable utilizada para iterar durante el proceso de cálculo. Permite elegir entre varios ángulos de referencia. También permite representar el retrato de fase del fractal, al cual no le afectará el radio de escape configurado y proporcionará mejores resultados en fractales con pocas iteraciones.



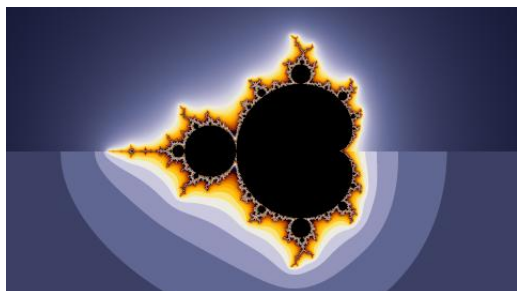


- DISTANCIA A UN PUNTO:

Colorea el fractal basándose en la distancia más corta a un punto alcanzada por la variable utilizada para iterar durante el proceso de cálculo. Permite elegir entre diferentes formas geométricas y formas personalizadas para representar la distancia.



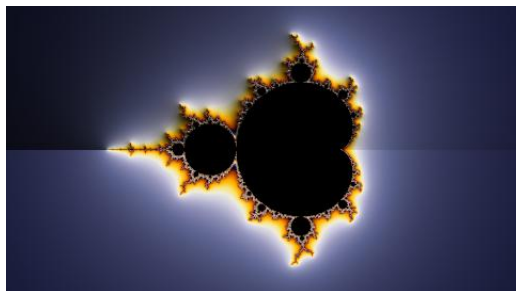
Todos los métodos de coloración descritos anteriormente admiten la posibilidad de suavizar los cambios bruscos de color, excepto en el caso especial de coloración por tiempo de escape con forma o superforma. Para activar esta opción por defecto pulsa en el menú “Configuración” y a continuación en “Activar coloración suavizada por defecto”.



Coloración por Tiempo de Escape Suave.

Coloración por Tiempo de Escape.

Todos los métodos de coloración admiten un efecto de iluminación basada en pendiente. Para activar esta opción por defecto pulsa en el menú “Configuración” y a continuación en “Activar coloración iluminada por defecto”.



Coloración por Tiempo de Escape Iluminada.

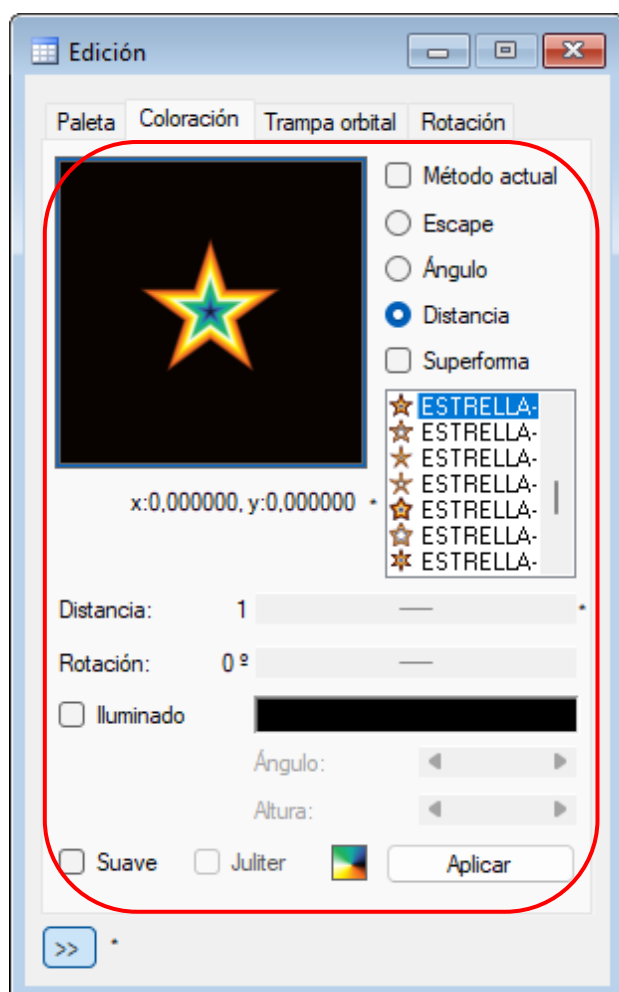
Coloración por Tiempo de Escape Suave.

\* Los fractales que utilizan radio de escape ofrecen mejores resultados de suavizado e iluminación con un radio de escape elevado.

Puedes cambiar el método de coloración de un lienzo concreto desde la pestaña “Coloración” del formulario “Edición”, que se abre desde el menú “Ver” o presionando “Control + Alt + E”, donde además tendrás la posibilidad de hacer algunos ajustes avanzados:

- Para obtener una vista previa de la coloración del “Lienzo activo” y poder modificar sus parámetros marca la casilla “Método actual”.
- Usa los controles de iluminación para cambiar el color, el ángulo y la altura del foco. Esta última característica hará que las sombras sean más marcadas y largas o más suaves y cortas.

La coloración “Juliter” sólo estará disponible cuando el lienzo activo tenga aplicada la “Transformación Juliter”, este modo de coloración hará que se utilicen para colorear tan sólo las iteraciones consumidas durante el cálculo de la transformación, y no las previas.

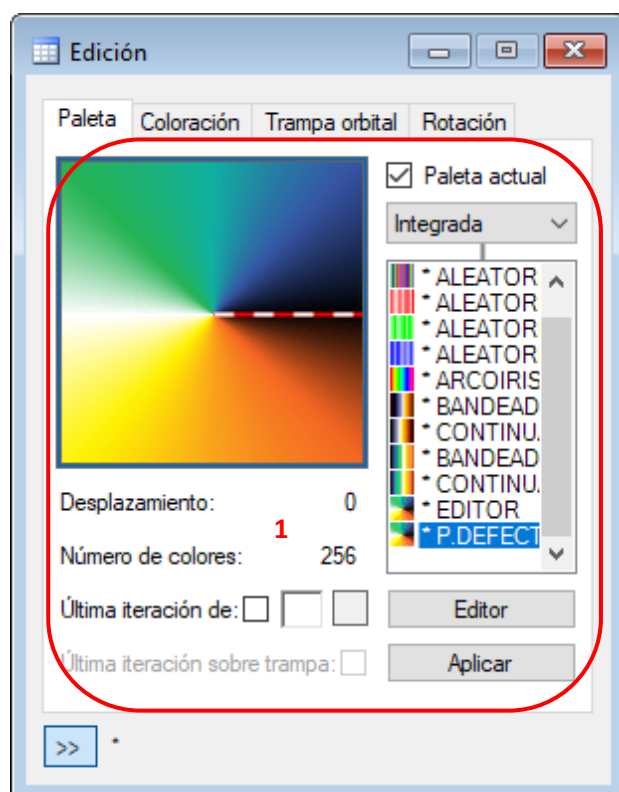


### **APLICAR Y ADMINISTRAR PALETAS DE COLOR**

\* Cada tipo de fractal tiene asociada su propia paleta predefinida, excepto los fractales especiales de tipo Lyapunov, Bifurcación, IFS, Atractor y Mandelbox 2D en su versión X-Ray. Para cambiar el color de estos se utiliza “Colorear de” o “Última iteración de...” (se verán más adelante en “Opciones especiales”).

Para utilizar una paleta diferente pulsa en el menú “Editar” y a continuación posíciónate sobre “Aplicar paleta de color”. En el submenú que se despliega pulsa sobre el tipo de paleta que deseas aplicar y finalmente sobre la paleta. Esta opción también se encuentra disponible en la pestaña “Paletas” del formulario “Edición”, que se abre desde el menú “Ver” o presionando “Control + Alt + E”, donde además tendrás la posibilidad de hacer algunos ajustes avanzados:

- Para obtener una vista previa de la paleta del “Lienzo activo” o ver el número de colores que la componen, marca la casilla “Paleta actual”.
- Para desplazar los colores de la paleta pulsa sobre la vista previa con el botón izquierdo del ratón y desplázalo. Debajo de la vista previa podrás ver el valor del desplazamiento. Por último, pulsa el botón “Aplicar”.



Opciones especiales:

- ÚLTIMA ITERACION DE... / COLOREAR DE...

Esta opción hace que se utilice un color específico para dibujar durante el cálculo de la última iteración. Para activarlo marca la casilla correspondiente o selecciona un color en el área de selección. Si el tipo de paleta es "Externa", y tiene al menos 256 colores, se habilitará además la posibilidad de utilizar su primer color sólo para la última iteración, eliminándose de la paleta.

Este color es el que se empleará en los fractales especiales de tipo Bifurcación, Lyapunov y Atractor.

- ÚLTIMA ITERACIÓN SOBRE TRAMPA

Esta opción hace que el área del fractal correspondiente a la última iteración de su fórmula se dibuje sobre la trampa orbital.

Para administrar paletas de color dispones de las siguientes funciones:

- IMPORTAR PALETAS

Las paletas predefinidas están integradas en la aplicación, pero existe la posibilidad de incorporar nuevas paletas. Para ello pulsa en el menú "Archivo" y a continuación en "Importar paletas de color". En el cuadro de diálogo que se abre selecciona uno o varios archivos de paleta, con extensión F2C (paleta externa), F2CC (paleta personalizada) o F2ZC (paquete de paletas), y pulsa el botón "Abrir".

Las nuevas paletas de color se copiarán en la carpeta de paletas de la aplicación.

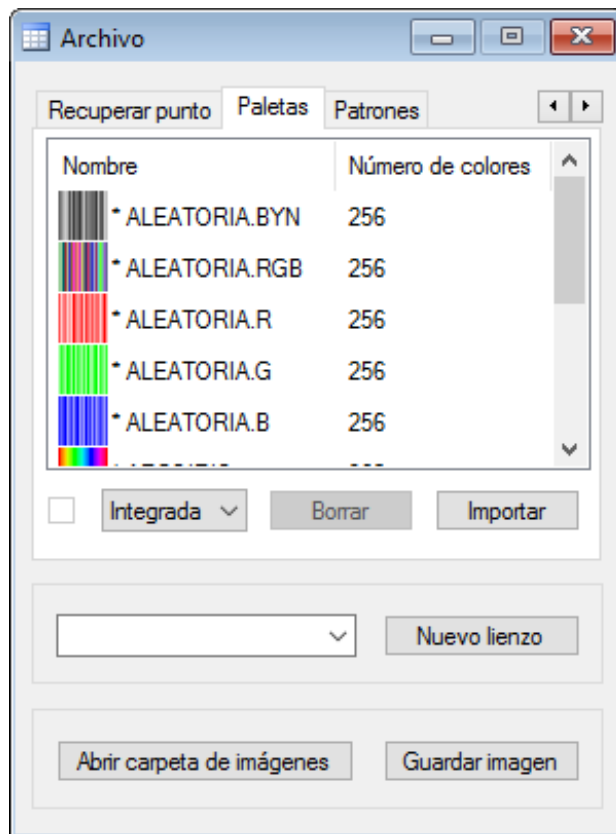
- BORRAR UNA PALETA

Pulsa en el menú “*Archivo*” y a continuación posíciónate sobre “*Borrar paleta de color*”. En el submenú que se despliega pulsa sobre el tipo de paleta que deseas borrar y finalmente sobre la paleta.

Las paletas integradas aparecen marcadas con un asterisco y no se pueden borrar, son las siguientes:

1. Aleatoria BYN: sus tonos grises cambian de forma aleatoria cada vez se aplica.
2. Aleatoria RGB: sus colores cambian de forma aleatoria cada vez se aplica.
3. Aleatoria R: sus tonos rojos cambian de forma aleatoria cada vez se aplica.
4. Aleatoria G: sus tonos verdes cambian de forma aleatoria cada vez se aplica.
5. Aleatoria B: sus tonos azules cambian de forma aleatoria cada vez se aplica.
6. Arcoíris: descomposición del color blanco en los colores del arcoíris.
7. Bandeada: paleta predefinida en los tipos de fractal Magnet, Spider, Manowar, Newton, Halley, Secante, Householder, Schröder, Steffensen, Laguerre, Whittaker, Fatou, Collatz, Julias aleatorios y Mandelbox 2D.
8. Bandeada-Legado: versión anterior de la paleta bandeada.
9. Continua: paleta predefinida en los tipos de fractal Mandelbrot, Phoenix, Burning Ship, Lambda y Nova.
10. Continua-Legado: versión anterior de la paleta continua.
11. Editor: paleta temporal del “*Editor de paletas personalizadas*”.
12. P.Defecto: paleta predefinida propia del tipo de fractal, en realidad se trata de la paleta “*Bandeada*” o “*Continua*”.

Las opciones de administración de paletas también se encuentran disponibles en el formulario “*Archivo*” que se abre desde el menú “*Ver*” o presionando “*Control + Alt + A*”.



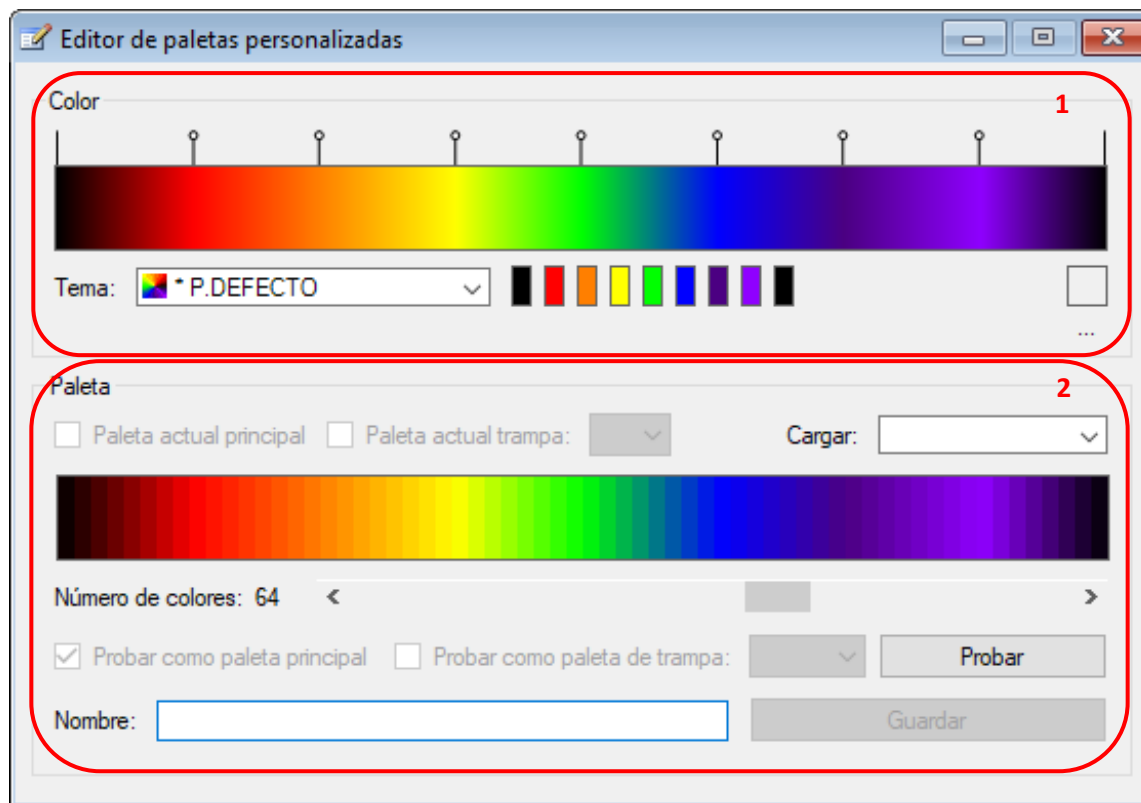
### Saber más...

También se pueden importar archivos de paleta arrastrándolos y soltándolos sobre el área de trabajo de **FFE**.

En la mayoría de las paletas el primer color es el negro. Esto es así para que al calcular un fractal con un número de iteraciones múltiplo del número de colores de la paleta, los puntos del fractal que corresponden a la última iteración de la función siempre se dibujen de color negro.

## CREAR PALETAS PERSONALIZADAS

Abre el “Editor De paletas personalizadas” desde el menú “Ver” o presionando “Alt + I”.



Esta herramienta se divide en dos partes:

- EDITOR DE COLOR (zona 1 de la imagen)

Permite diseñar un degradado de 1024 colores a partir de una muestra de 16 colores maestros, como máximo, y de 2 como mínimo. Se puede cargar una muestra predeterminada desde el desplegable “Tema”, o se puede personalizar una haciendo clic sobre sus colores para cambiarlos.

Para añadir más colores a una muestra haz clic sobre el degradado en las posiciones donde deseas añadirlos. Para eliminarlos haz doble clic sobre las marcas que indican sus posiciones (encima del degradado). Estas marcas también permiten cambiar la posición de los colores, para ello haz clic con el botón izquierdo sobre ellas, desplázalas y a continuación suelta el botón del ratón para que se actualice el degradado.

- GENERADOR DE PALETA (zona 2 de la imagen)

Permite crear una paleta de 1024 colores como máximo a partir del degradado diseñado anteriormente. Para ello elige el número de colores que deseas para la paleta, ponle un nombre y pulsa el botón “Guardar”.

La opción “Probar como...” es útil para ver cómo queda una paleta antes de guardarla, pero como se trata de una paleta temporal, finalmente se deberá guardar para asegurarse de que la imagen conserve su aspecto.

## **APLICAR TRAMPAS ORBITALES Y ADMINISTRAR PATRONES**

\* Las trampas orbitales no están disponibles para los fractales de tipo especial.

La “*Trampa orbital*” es un método especial de coloración que se basa en un patrón para adaptarlo al fractal. La versión v13.1 de **FFE** incluye 78 formas geométricas integradas, la posibilidad de crear formas personalizadas y una función de patrones de imagen. Con todo ello se pueden aplicar trampas orbitales de los siguientes tipos:

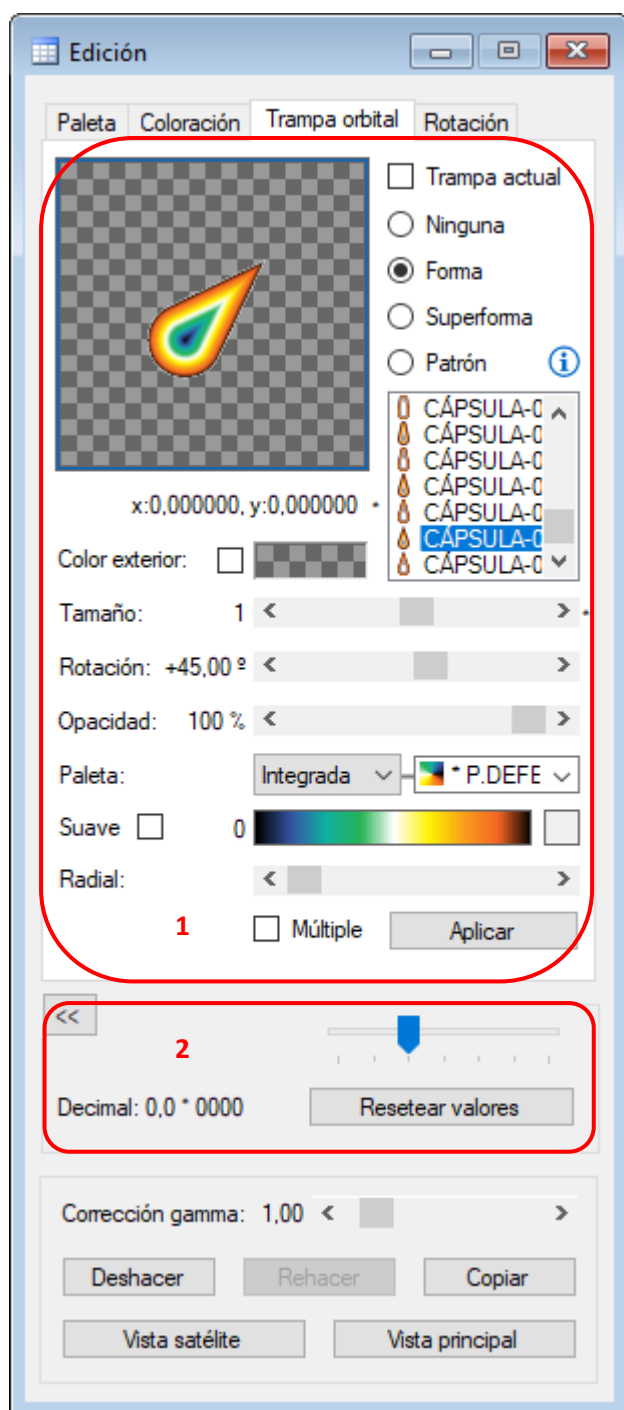
- **NINGUNA:** es el tipo por defecto y sirve para suprimir la trampa orbital. El fractal se dibuja con el método de coloración base que el lienzo tenga aplicado.
- **FORMA:** utiliza una forma geométrica integrada para dibujar el fractal.
- **SUPERFORMA:** utiliza una forma personalizada mediante una fórmula para dibujar el fractal.
- **PATRÓN:** esta trampa utiliza como patrón un archivo de imagen. Es la única que no se basa en paletas de color.
- **MÚLTIPLE:** utiliza simultáneamente varias formas geométricas integradas, personalizadas y/o patrones para dibujar el fractal.

Para utilizar una trampa orbital simple pulsa en el menú “*Editar*” y a continuación posíciónate sobre “*Aplicar trampa orbital*”. En el submenú que se despliega elige el tipo de patrón que desees aplicar. Esta opción también se encuentra disponible en la pestaña “*Trampa orbital*” del formulario “*Edición*”, que se abre desde el menú “*Ver*” o presionando “*Control + Alt + E*”, donde además tendrás la posibilidad de elegir otros tipos de trampa orbital y de modificar sus propiedades (zona 1 de la imagen):

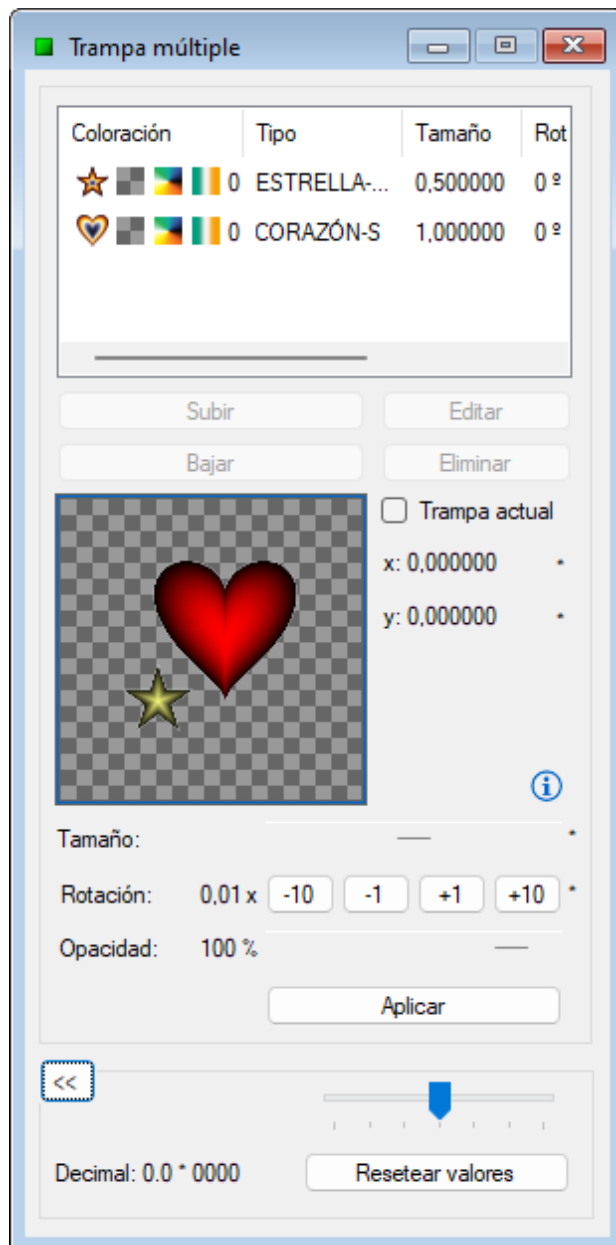
- Para obtener una vista previa de la trampa orbital del “*Lienzo activo*”, marca la casilla “*Trampa actual*”.
- Para desplazar la trampa orbital pulsa sobre la vista previa con el botón izquierdo del ratón y desplázalo. Debajo de la vista previa podrás ver el valor del desplazamiento. Por último, pulsa el botón “*Aplicar*” (“*Añadir*” o “*Reemplazar*” si la trampa orbital es “*Múltiple*”).
- Para cambiar el resto de las propiedades de la trampa orbital modifica sus valores en los controles de ajuste y a continuación pulsar el botón “*Aplicar*” (“*Añadir*” o “*Reemplazar*” si la trampa orbital es “*Múltiple*”).

Una característica de **FFE** es que permite configurar los controles de ajuste para poder realizar un “ajuste fino” del parámetro. Esto se consigue mediante un control adicional que permite seleccionar la posición decimal concreta que se desea modificar (zona 2 de la imagen).

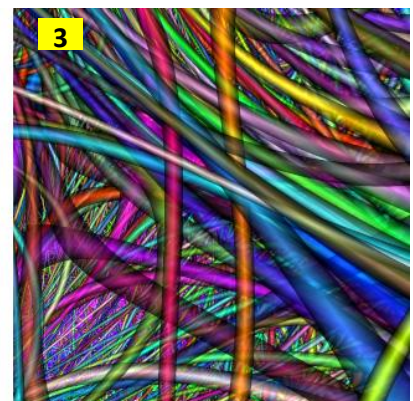
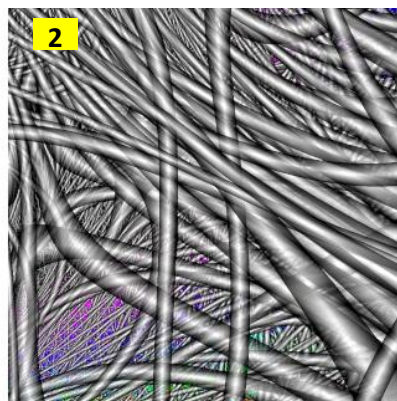
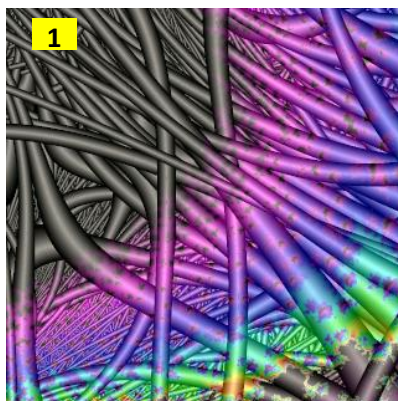




Si la trampa orbital seleccionada es “*Múltiple*”, los objetos se añadirán o reemplazarán en el editor de “*Trampa múltiple*”, desde donde se podrán organizar y aplicar en conjunto.



Si la opacidad no es máxima existen diferencias entre la trampa orbital “Simple” (1) y la trampa orbital “Múltiple” compuesta por un solo patrón (2). La primera fusiona el solapamiento y la segunda lo deja ver. Adicionalmente, para la trampa orbital múltiple existe la posibilidad de separar los colores de la paleta (3).



Para diseñar formas personalizadas lee el apartado “*Crear formas personalizadas*”.

Para administrar patrones dispones de las siguientes funciones:

- IMPORTAR PATRONES

La aplicación dispone de patrones integrados, pero existe la posibilidad de incorporar nuevos patrones. Para ello pulsa en el menú “*Archivo*” y a continuación en “*Importar patrones*”. En el cuadro de diálogo que se abre selecciona uno o varios archivos de imagen, con extensión PNG, WEBP, SVG, GIF, BMP o JPG, y pulsa el botón “*Abrir*”.

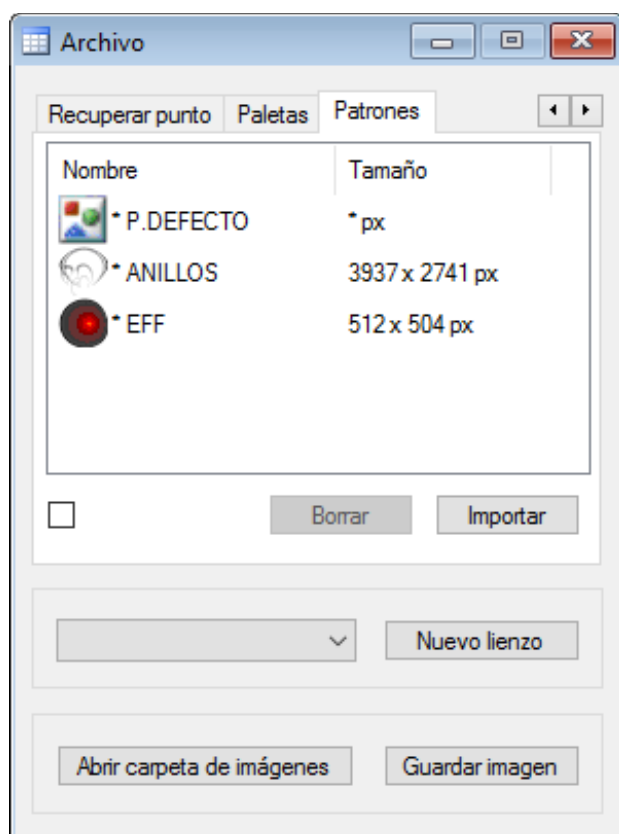
Los nuevos patrones se copiarán en la carpeta de patrones de la aplicación.

- BORRAR PATRONES

Pulsa en el menú “*Archivo*” y a continuación posíciónate sobre “*Borrar patrón*”. En el submenú que se despliega pulsa sobre el patrón que deseas borrar.

Los patrones integrados aparecen marcados con un asterisco y no se pueden borrar.

Las opciones de administración de patrones también se encuentran disponibles en el formulario “*Archivo*” que se abre desde el menú “*Ver*” o presionando “*Control + Alt + A*”.



### Saber más...

Para crear trampas orbitales personalizadas puedes dibujar una imagen de tipo PNG con zonas transparentes e importarla como patrón. Al utilizar este patrón, el fractal se dibujará con su imagen y las zonas transparentes dejarán ver lo que hay debajo.

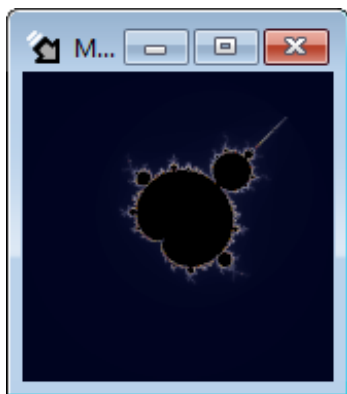
El proceso de dibujo adapta el patrón a la forma del fractal doblándolo y estirándolo, lo que puede hacer que el resultado se muestre distorsionado si el patrón es de baja calidad. Para evitarlo se deben utilizar patrones de grandes dimensiones, lo que además permitirá hacer un zoom más profundo sin perder la calidad tan pronto.

También se pueden importar archivos de patrón arrastrándolos y soltándolos sobre el área de trabajo de **FFE**.

### ROTAR UN FRACTAL

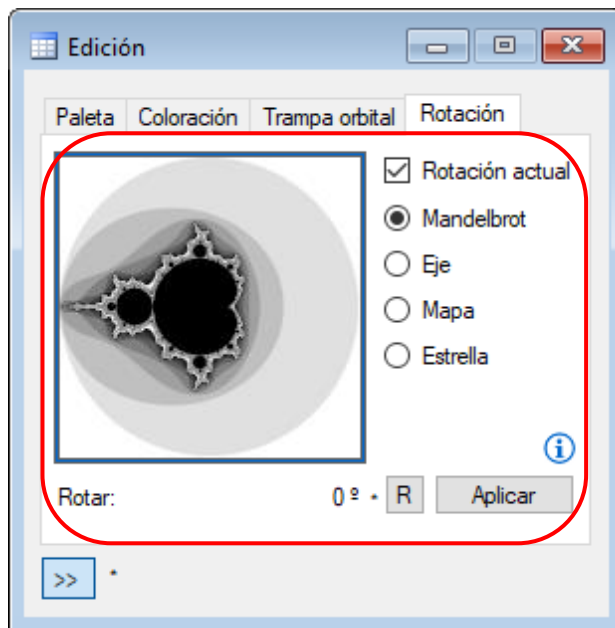
\* La rotación no está disponible para los fractales especiales de tipo Bifurcación e IFS.

Para ajustar la rotación del fractal pulsa en el menú “*Editar*” y a continuación posíciónate sobre “*Rotar*”. En el submenú que se despliega pulsa sobre la rotación que deseas aplicar.



Esta opción también se encuentra disponible en la pestaña “*Rotación*” del formulario “*Edición*”, que se abre desde el menú “*Ver*” o presionando “*Control + Alt + E*”:

- Para ver la rotación del “*Lienzo activo*” marca la casilla “*Rotación actual*”.
- Para ajustar el ángulo pulsa sobre la vista previa con el botón izquierdo del ratón y desplázalo. Debajo de la vista previa podrás ver el valor del desplazamiento. Por último, pulsa el botón “*Aplicar*”.
- Para eliminar la rotación de un lienzo pulsa el botón “*R*” y a continuación el botón “*Aplicar*”.
- Para un ajuste más fino del ángulo puedes utilizar el control de ajuste y a continuación pulsar el botón “*Aplicar*”.

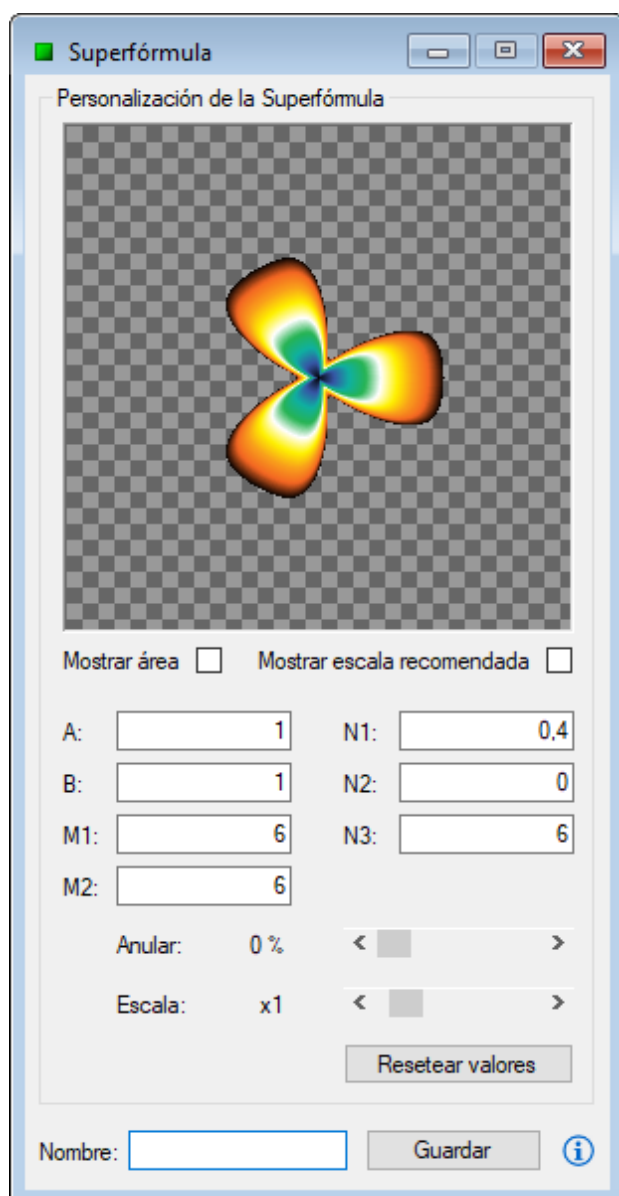


### CREAR FORMAS PERSONALIZADAS

\* Las formas personalizadas no están disponibles para los fractales de tipo especial.

**FFE** dispone de un editor de formas personalizadas basado en “*Superfórmula*” para crear formas que se podrán utilizar en la coloración por distancia y como trampa orbital.

Abre el editor de superfórmulas desde el menú “*Ver*” o presionando “*Alt + F*”.



La casilla “Mostrar área” muestra una sombra bajo la forma que puede ser útil para visualizar formas anulares en la vista previa.

La casilla “Mostrar escala recomendada” muestra un marco en el que es recomendable encajar la forma antes de guardarla.

Ajusta los parámetros de la superfórmula para crear la forma personalizada, introduce un nombre y por último pulsa el botón “Guardar”. La forma personalizada estará disponible para su uso en la coloración por distancia y como trampa orbital.

Para administrar formas personalizadas dispones de las siguientes funciones:

- IMPORTAR SUPERFÓRMULAS

La aplicación dispone de una superfórmula integrada, pero existe la posibilidad de incorporar nuevas superfórmulas. Para ello pulsa en el menú “Archivo” y a continuación en “Importar

*superfórmulas*". En el cuadro de diálogo que se abre selecciona uno o varios archivos de superfórmula, con extensión F2S o F2SZ, y pulsa el botón "Abrir".

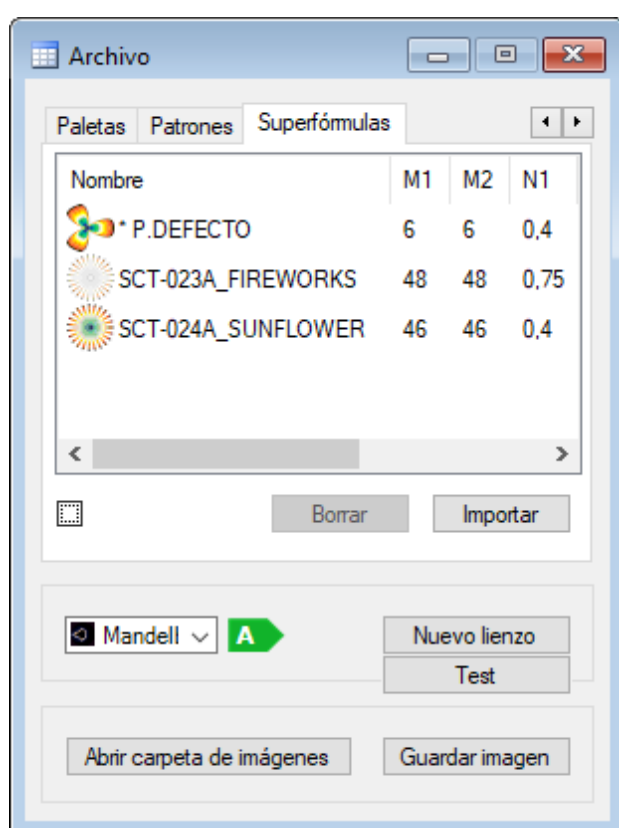
Las nuevas superfórmulas se copiarán en la carpeta de superfórmulas de la aplicación.

- BORRAR SUPERFÓRMULAS

Pulsa en el menú "Archivo" y a continuación posíciónate sobre "Borrar superfórmula". En el submenú que se despliega pulsa sobre la superfórmula que deseas borrar.

Las superfórmulas integradas aparecen marcadas con un asterisco y no se pueden borrar.

Las opciones de administración de superfórmulas también se encuentran disponibles en el formulario "Archivo" que se abre desde el menú "Ver" o presionando "Control + Alt + A".



### Saber más...

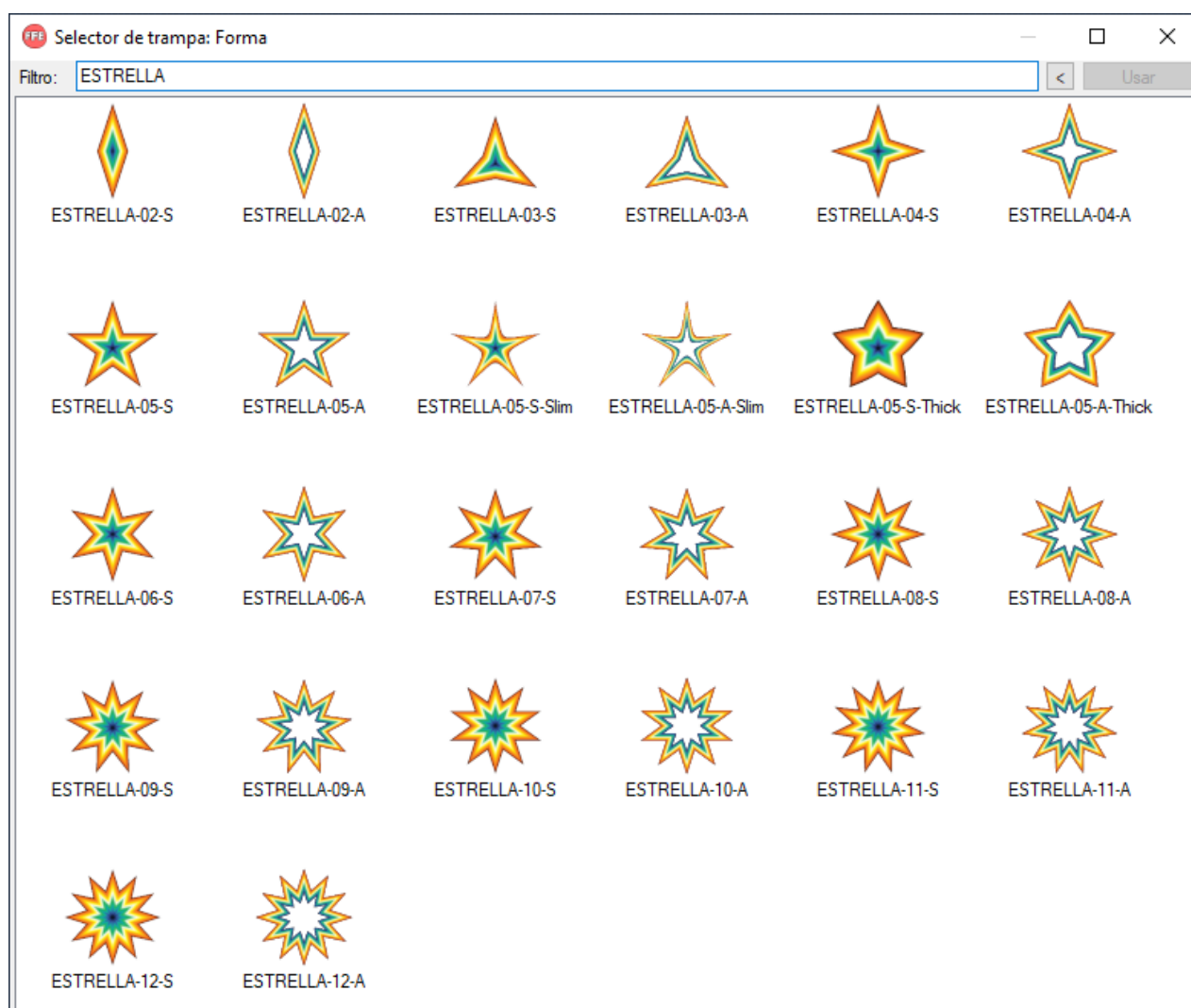
La superfórmula es una generalización en coordenadas polares de la fórmula superelipse. Se pueden encontrar en Internet muchos ejemplos que muestran los valores de los parámetros necesarios para obtener formas conocidas. Se puede hacer que "Superfórmula" funcione como "Superelipse" utilizando los valores  $A, B, M1 = M2 = 4$  y  $N1 = N2 = N3$ . Más información [aquí](#).

## UTILIZAR EL SELECTOR DE ELEMENTOS

Algunas de las herramientas que se han visto anteriormente tienen acceso al “*Selector de elementos*” para facilitar su uso. Desde el “*Selector de elementos*” se podrán elegir paletas, temas, trampas orbitales, formas, superfórmulas y fórmulas dependiendo del tipo de herramienta y de la acción que se esté realizando en ella. Una vez elegido el elemento en el selector, este se establecerá en la herramienta y se podrá usar desde ella.

Se deberá tener en cuenta que el “*Selector de elementos*” mostrará diferentes subconjuntos del tipo de elemento, dependiendo de la configuración de la herramienta en cada momento.

Por ejemplo, para elegir una trampa orbital abre el formulario de “*Edición*”, selecciona la pestaña “*Trampa orbital*” y elige un subconjunto de trampas (forma, superforma o patrón). A continuación, haz doble clic sobre la vista previa de la trampa orbital para que se abra el selector. En el selector introduce un filtro para encontrar elementos concretos más fácilmente y haz doble clic en el elemento deseado. El elemento se establecerá en la herramienta y desde ella se podrá utilizar.



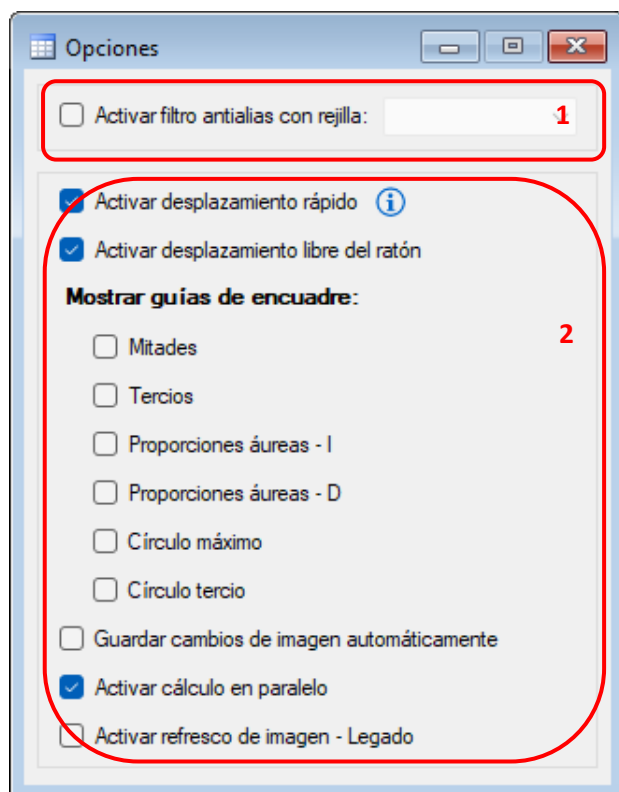


A continuación, se indica como abrir el “*Selector elementos*” para diferentes tipos de elementos:

<u>Tipo de elemento</u>	<u>Acceso al selector</u>
Paleta para coloración base	Formulario de edición, pestaña de “ <i>Paleta</i> ”: doble clic en la vista previa de la paleta principal.
Paleta para coloración de trampa orbital	Formulario de edición, pestaña de “ <i>Trampa orbital</i> ”: doble clic en la vista previa de la paleta de trampa orbital.
Forma para el perímetro del radio de escape	Formulario de edición, pestaña de “ <i>Coloración</i> ”, modalidad “ <i>Escape</i> ”: doble clic en la vista previa de la coloración.
Forma para coloración base	Formulario de edición, pestaña de “ <i>Coloración</i> ”, modalidad “ <i>Distancia</i> ”: doble clic en la vista previa de la coloración.
Trampa orbital	Formulario de edición, pestaña de “ <i>Trampa orbital</i> ”: doble clic en la vista previa de la trampa orbital.
Superfórmula	Editor de Superfórmula: doble clic en la vista previa de la superfórmula.
Tema de coloración	Editor de paletas personalizadas: doble clic en la vista previa de la paleta.
Fórmula	Editor de fórmulas: doble clic en la vista previa del ejemplo de fórmula.

## CONFIGURAR OPCIONES

Abre el formulario “*Opciones*” desde el menú “*Ver*” o presionando “*Control + Alt + O*”. Este formulario tiene un área de opciones que solo pueden ser cambiadas cuando el “*Lienzo activo*” no está en proceso de cálculo (zona 1 de la imagen) y otro con opciones que pueden ser cambiadas en todo momento (zona 2 de la imagen).



Las opciones disponibles fuera del proceso de cálculo son:

- ACTIVAR FILTRO ANTIALIAS CON REJILLA...

\* El filtro antialias no está disponible para los fractales especiales de tipo, Buddhabrot y Atractor.

“*Antialias*” es un método que permite obtener imágenes más fieles del fractal mediante operaciones adicionales de coloración. Este método de dibujo alarga el tiempo de procesamiento así que es recomendable tenerlo desactivado y utilizarlo solo en imágenes definitivas que se desean guardar. Para activarlo marca la casilla correspondiente o selecciona el tamaño de rejilla en el desplegable.

<u>Filtro antialias</u>	<u>Descripción</u>
1x1	Calidad baja y velocidad alta (sin antialias)
2x2	Calidad media y velocidad alta
3x3	Calidad alta y velocidad media
4x4	Calidad muy alta y velocidad baja

Se puede aplicar el filtro “Antialias” puntualmente a una imagen sin necesidad de tener esta opción activada. Para ello abre el formulario “Filtro antialias” desde el menú “Ver” o presionando “Control + Alt + F”. Selecciona el tamaño de rejilla y pulsa el botón “Aplicar”.

Las opciones disponibles en todo momento son:

- ACTIVAR DESPLAZAMIENTO RÁPIDO

\* El desplazamiento rápido no está disponible para los fractales de tipo especial.

Esta opción hace que al desplazar el fractal con el ratón se reutilice la imagen anterior para no tener que calcular la nueva imagen por completo. Antes de guardar la imagen tras un desplazamiento rápido es recomendable recalcularla pulsando F5 o aplicar un filtro “Antialias”. El lienzo que tiene activada esta opción se identifica con un icono en forma de flecha precedida de líneas blancas.

- ACTIVAR DESPLAZAMIENTO LIBRE DEL RATÓN

Esta opción hace que, al realizar cualquier operación con el ratón sobre la imagen, si el puntero alcanza los límites de la pantalla estos no obstaculicen la operación.

- MOSTRAR GUÍAS DE ENCUADRE – MITADES

Esta opción hace que al realizar cualquier operación con el ratón sobre la imagen aparezcan unas guías dividiendo el ancho y el alto del lienzo en mitades para facilitar su encuadre.

- MOSTRAR GUÍAS DE ENCUADRE – TERCIOS

Esta opción hace que al realizar cualquier operación con el ratón sobre la imagen aparezcan unas guías dividiendo el ancho y el alto del lienzo en tercios para facilitar su encuadre.

- MOSTRAR GUÍAS DE ENCUADRE - PROPORCIONES ÁUREAS (I, D)

Esta opción hace que al realizar cualquier operación con el ratón sobre la imagen aparezcan unas guías representando proporciones áureas para facilitar su encuadre.

- MOSTRAR GUÍAS DE ENCUADRE - CÍRCULO MÁXIMO

Esta opción hace que al realizar cualquier operación con el ratón sobre la imagen aparezca una guía representando el círculo de tamaño máximo para facilitar su encuadre.

- **MOSTRAR GUÍAS DE ENCUADRE - CÍRCULO TERCIO**

Esta opción hace que al realizar cualquier operación con el ratón sobre la imagen aparezca una guía representando el círculo de tamaño igual a un tercio para facilitar su encuadre.

- **GUARDAR CAMBIOS DE IMAGEN AUTOMÁTICAMENTE**

Esta opción hace que se guarde automáticamente la imagen del fractal cada vez que en este se produzca cualquier cambio. Las imágenes se guardan con formato “PNG” en la carpeta de imágenes de la aplicación, en una subcarpeta propia del lienzo en el que se ha activado la opción. Se puede abrir la carpeta de imágenes del lienzo activo desde el menú “Archivo” pulsando “Abrir carpeta de imágenes del lienzo” o presionando “Control + Shift + O” (esta carpeta se crea cuando se guarda la primera imagen).

- **ACTIVAR CÁLCULO EN PARALELO**

Esta opción hace que se aprovechen mayormente las capacidades del procesador para calcular las imágenes más rápidamente.

- **ACTIVAR REFRESCO DE IMAGEN (Legado)**

Esta opción hace que la imagen se refresque progresivamente durante su cálculo. Se conserva por su utilidad en algunos casos, pero impide que se utilicen múltiples subprocesos y cálculo en paralelo para calcular las imágenes más rápidamente.

### **Saber más...**

Las imágenes que acumulan mucha variedad de color en pequeñas áreas mejoran en calidad si se aplica el filtro “Antialias” con un tamaño de rejilla grande. En cambio, para imágenes con grandes áreas del mismo color una rejilla pequeña es suficiente. Es recomendable hacer pruebas para aprender a elegir una rejilla óptima según el tipo de imagen, ya que en algunos casos una rejilla grande puede alargar excesivamente el proceso de cálculo para la poca calidad adicional que aportará respecto a una rejilla inferior.

La opción “Guardar cambios de imagen automáticamente” se puede utilizar en combinación con una tarea para obtener imágenes que, a modo de fotogramas, permitan crear un video o animación mediante una aplicación externa.

La opción “Activar desplazamiento rápido” se puede activar por defecto para todos los nuevos lienzos desde el menú “Configuración”. Antes de guardar la imagen tras un desplazamiento rápido se recomienda recalcularla pulsando F5 o aplicarle un filtro “Antialias”.

### **TRABAJAR CON PARÁMETROS**

Una característica importante de **FFE** es que permite en cualquier momento tomar una “Instantánea” de todos los parámetros y configuraciones que han sido necesarios para dibujar un fractal. Esta información se registra en un archivo propio de la aplicación que permite recuperar la imagen en un futuro.

Durante su ejecución, **FFE** mantiene en memoria un listado de los treinta últimos parámetros correspondientes a lienzos cerrados. Esta característica permite recuperar fractales descartados previamente si sus parámetros aún no han sido sobrescritos.

Para administrar parámetros, dispones de las siguientes funciones:

- REGISTRAR PARÁMETROS

Pulsa en el menú *“Archivo”* y a continuación en *“Registrar parámetros”* o presiona *“Control + R”*. En el formulario que se abre indica un nombre para los parámetros y un comentario (opcional). Por último, pulsa el botón *“Registrar”*.

- CARGAR PARÁMETROS

Pulsa en el menú *“Archivo”* y a continuación posíciónate sobre *“Cargar parámetros”*. En el submenú que se despliega pulsa sobre los parámetros que deseas cargar.

- RENOMBRAR PARÁMETROS

Pulsa en el menú *“Archivo”* y a continuación posíciónate sobre *“Renombrar parámetros”*. En el submenú que se despliega pulsa sobre los parámetros que deseas renombrar. En el formulario que se abre indica un nuevo nombre y pulsa el botón *“Renombrar”*.

- BORRAR PARÁMETROS

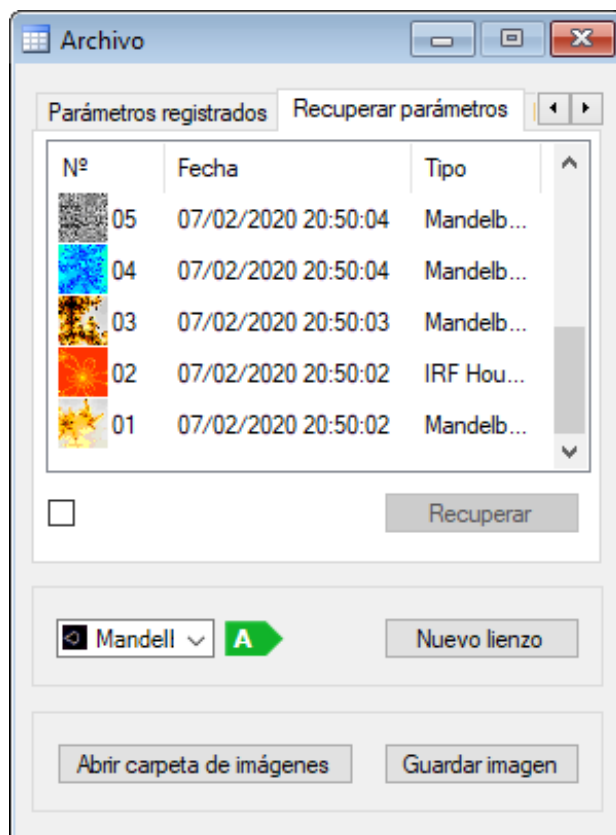
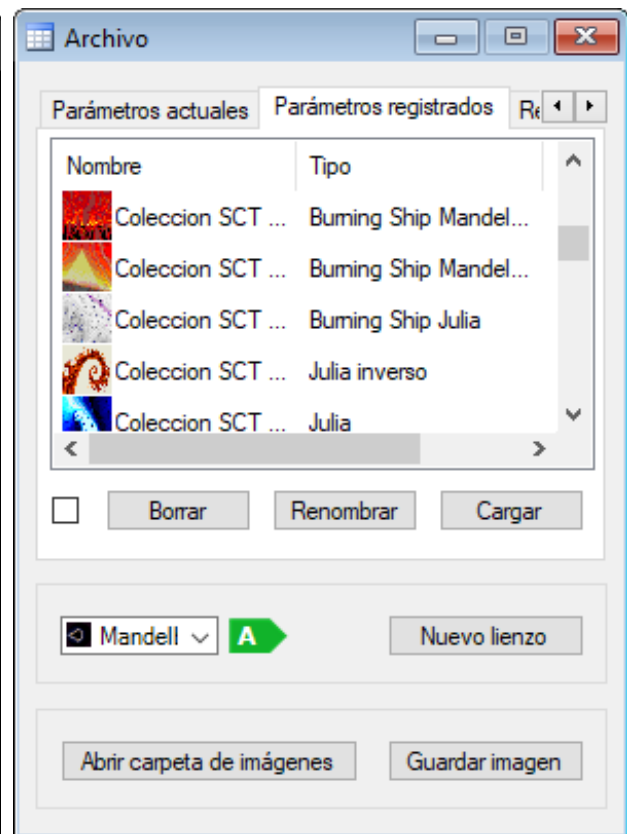
Pulsa en el menú *“Archivo”* y a continuación posíciónate sobre *“Borrar parámetros”*. En el submenú que se despliega pulsa sobre los parámetros que deseas borrar.

- RECUPERAR PARÁMETROS

Pulsa en el menú *“Archivo”* y a continuación posíciónate sobre *“Recuperar parámetros”*. En el submenú que se despliega pulsa sobre los parámetros que deseas recuperar.

En los submenús que se despliegan con el listado de parámetros registrados, al posicionarse sobre los parámetros aparece una etiqueta con el comentario que se introdujo al registrarlo.

Todas las opciones descritas también se encuentran en el formulario *“Archivo”* que se abre desde el menú *“Ver”* o presionando *“Control + Alt + A”*.



### Saber más...

Trabajar con parámetros es la opción más recomendable, ya que evita tener que recordar todos los ajustes que fueron necesarios para generar una imagen y de esta forma se puede recuperar fácilmente para seguir trabajando con ella en un futuro.

## EXPORTAR E IMPORTAR PARÁMETROS

**FFE** permite compartir fractales mediante una función que exporta todos sus parámetros y configuraciones. Estos datos pueden ser empleados por otro usuario de **FFE** para recuperar el mismo fractal.

- EXPORTAR PARÁMETROS

Pulsa en el menú “*Archivo*” y a continuación en “*Exportar parámetros*” o presiona “*Control + E*”. En el formulario que se abre comprueba que aparece la imagen del fractal cuyos parámetros deseas exportar y elige una de las siguientes opciones:

1. Incluir paleta y patrón: si la imagen utiliza una paleta de color o un patrón no integrados en **FFE**, es recomendable que utilices esta opción. Al pulsar en el botón se abrirá un cuadro de diálogo para elegir la ruta donde exportar el archivo de parámetros.
2. Solo parámetros: esta opción está pensada para exportar los parámetros de imágenes que utilizan una paleta de color y un patrón integrados en **FFE**. Al pulsar el botón los parámetros se exportan al portapapeles de Windows.



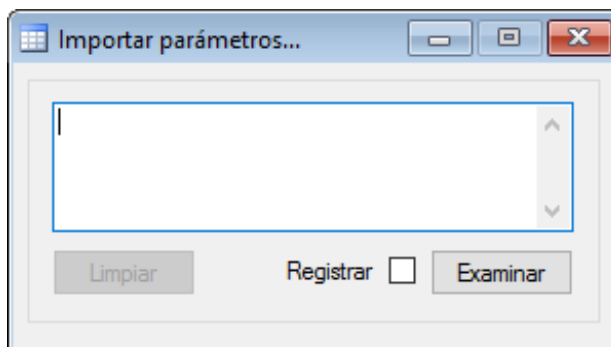
Los parámetros exportados se pueden incluir en un correo electrónico para hacérselos llegar a otro usuario de la aplicación. Por ejemplo, los parámetros de la imagen anterior son los siguientes:

```
CFp4WH9W10dp15myUXi4HsXZm9J/Yodltz2wb9LqOKAHH2oMXxOTteK9ffgNI/QVtKeg7SeR9FVu92SbDGmP7lp1Bklw2n8jGeAU
nyLrRiMj3f5NC03aVzavFpwS92sBETyVv/0YjXXuz4Xc873GO8/3WaYBiCMmpbdrKsPBf0OLZ1JsNbvsvwMw1k67t0WdmtkskFV7lpr
v+hZEuxloDtfSvxN1cz7y4S1DSSzAgY9Nz3/abNg6wZPM1zaSh6pho4w4K9gFgP0hJMiKhkNcsO0FHP1zSwYU2A6wIXsEU1FhQ2tY
XuZ/khK7C1rwJOPvt5OVFpbokzKaQ3g9Eg3hUvrGLsoWYv7cP6/+QsXUXfg7NmYMTI5HHWXzrM1INyJfCF7jEh3SxtW7dekMssuj5
oGLEAg2vZRKi/GecPq0JCBQhMGmOweRSR1PI4JxY6eXM/5jMe1q5edd1XmUPMXKD75pt8XNSXLJ0nP8X38TKJbQIT0hFNAXB01y
PmewFHQLVGEIduL3h8Lcsl/VFkWW61b542KmqGhf4H8drEkLlpHsfAskXZxK+DvHRp2G0kytdjVV/DDbklUY5g2MSigsCg9CfC8gp
bDPMJWn2BBd2EfD4amw7e7ErhWJfmCRwbnlavRuC26GPXJSPeYTT8cXUjud6vAS9pEQCnS4W2hcWIOVXTJcsy9mJDzw1SmXZbq
7oFUB0XJNJmqpEFE3xHqQkMgcAGJL+HNkq/x0EJBaFW6QcODd2yPmtTGUo4+OyXj58LiZAN453egAGmxiYhwBulozyLqRYoEffg
8DX0v/ErR15x5G4SBDY/2mAGtwA4wl08hWTmoEMXoO3xLU3uXon9j5r12ajvigM9X2VzgbEXHRBUFAUguIRijyqxKq1nRNEQzp
K9UsoonxbEV4+rfjwVf2tqCsFdNtd9o/7WEVEvTHpujKGMlIjLCDiSe7SJiHezScjO48FVKsEQ677HruVlfrBlqzctBV0G/jGhmSBn/C19Y
Wn9EYR3qxTWMc/PHabke01KdHXU/vYzEftC8Ng/6IRHEIWUzIO/yITxgyRr98+K3/d48CfaokKQ9t8NOnRnUkAyzZpZanKlbrkryYF
wqqLMxm18isThZxJs+TKSdldi1UqyLExs9PNNJ81IEPw9KRbIWEEVamWRHM7Co4TU2bxn4zanM4QGdjsdJGJT7ap0Yvo+bUmXg+
VxS2pEBEcaHX69MgZLJB0nSD98pLa00LocDgpEcvdEAbiKPFtF92Tt2O9ODDfLTPX8uf/PWeUdf9Ng3bxcvDQW/hNftlLLTx6dMXk3k
vxyupO/XOGPElaegvvw6S54olu3bEcaxg3F8FzITroasJMOHuMUB/TAZ3KPjhSIIDRq/VDuqUOosLqCwJflmf7shN2nflKCskyoejcMJ/
AaeVPRkC8GQfkUixmfh76wjg181xRu0ZeWf8KphJaE6xhQqJbvKrVvF0ncdvTpZQb1eAS1uZi5L5cSaliU0jOG0Q63ijmHN3C6jMgw
BXtoBD+HF68XTIGrmjS6Eu9DPIbMalzks05k5wiemH+iq77uTS2RuKgCwRcokbpC6eU6Dm3H4X4A2k0dQO0M6bel/8rcDVuXp/Q
cch7ya2vLUaJ+8T3EI/NsrOaGfKlB8msBcXe0H4pFfK52UINL/OuNnaHxnKjpy15C3FprF6F7UitQx5q+j5k/ss3DsAft+PotPelPvfhrPiJ
12FfCJo5J77pWEIdaq9dU/URXkv9OOEi1Q+UrZ33RrYiRvxoK/wp6c4napSPafsvyYH4nL7A+DewerxaQ3uto/DixUSIYWaPzKFh4B+
EVQKhSCAwcdsUOXVoa38llwU5FyNlcwnltAUXVtsLIAnbkJLft532jK1pDTwk10mu5IK9Oqs0NqNgLsdm0n0cGbJOD2OKW8GzVt1
oGr47sSra7F/sr6J3zQZLy73x2fUwfrCpzG5U8ZKb8nkLpTgmD4/sm8d6QPHS+KPXBavbnZ2wl+6+LpKDeUATOFvZ7G2ixYkVDK2
eAOcBf0Ag/wdaPp6K2wqAnfPt6tQ22ViMEOs6oWjq6+XzqQ7UPalmS58=
```

- IMPORTAR PARÁMETROS

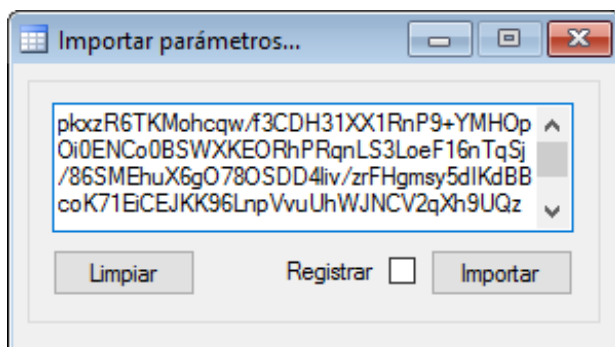
Pulsa en el menú “Archivo” y a continuación en “Importar parámetros” o presiona “Control + I”. Con el formulario que se abre puedes importar los parámetros de dos formas:

1. Pulsa directamente el botón “Examinar” para que se abra un cuadro de diálogo con el que buscar el archivo de los parámetros exportados.



2. Introduce la línea de parámetros en el área de texto y a continuación pulsa el botón “Importar”.





La imagen correspondiente se calculará en un nuevo lienzo.

### Saber más...

Ten en cuenta que al exportar con la opción *“Solo parámetros”*, el contenido anterior del portapapeles de Windows se pierde, ya que es reemplazado con los parámetros.

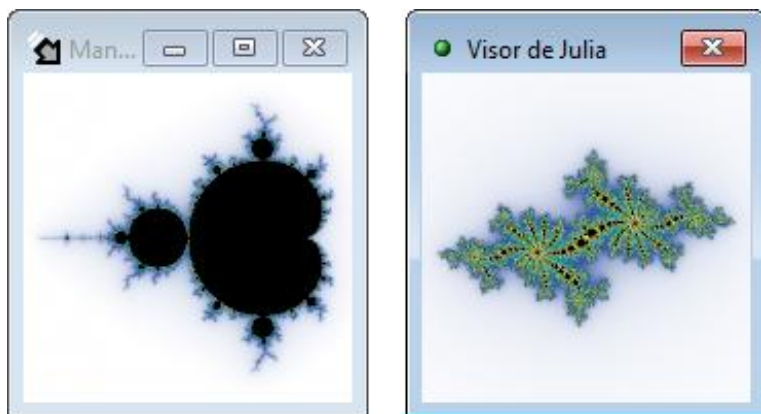
También se pueden importar archivos de parámetros arrastrándolos y soltándolos sobre el área de trabajo de **FFE**.

### VER LOS CONJUNTOS DE JULIA DE UN FRACTAL

Abre el *“Visor de Julia”* desde el menú *“Ver”* o presionando *“Control + Alt + J”*. Si el *“Lienzo activo”* es compatible, este visor mostrará los conjuntos de Julia que componen el fractal.

\* El *“Visor de Julia”* sólo es compatible con los fractales que se basan en el *“Método de Mandelbrot”*, excluidos los fractales de tipo especial.

Para ver los conjuntos de Julia desplaza el ratón sobre lienzo.



Para calcular el conjunto de julia que se muestra en el visor sujeta la tecla *“J”* y haz clic sobre el lienzo sin mover el ratón.

**Saber más...**

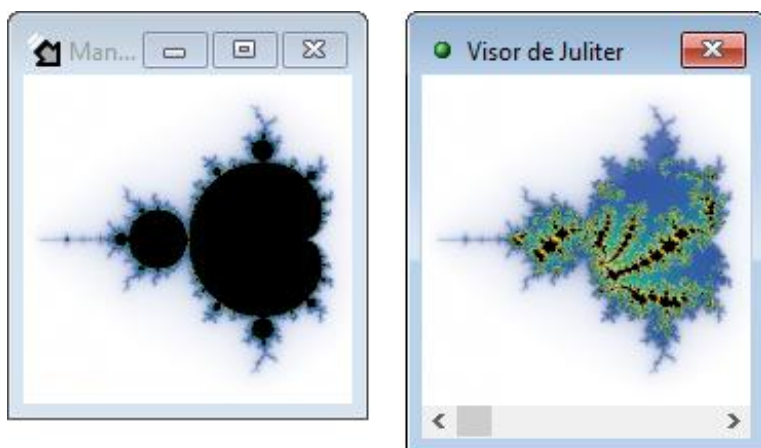
El método de dibujo empleado por Mandelbrot representa un mapa de todos los posibles conjuntos de Julia. Los conjuntos de Julia que corresponden al interior de Mandelbrot son cerrados y los que corresponden al exterior son abiertos.

**APLICAR TRANSFORMACIONES JULITER**

Abre el “Visor de Juliter” desde el menú “Ver” o presionando “Control + Alt + U”. Si el “Lienzo activo” es compatible, este visor mostrará las posibles transformaciones del fractal.

\* El “Visor de Juliter” sólo es compatible con los fractales que se basan en el “Método de Mandelbrot”, excluidos los fractales de tipo especial.

Para ver las posibles Transformaciones Juliter, ajusta el número de iteración en la barra inferior y desplaza el ratón sobre lienzo.



Para aplicar la transformación que se muestra en el visor sujeta la tecla “U” y haz clic sobre el lienzo sin mover el ratón.

Para aplicar la transformación que se muestra en el visor sin perder las coordenadas de exploración, sujeta la tecla “L” y haz clic sobre el lienzo sin mover el ratón.

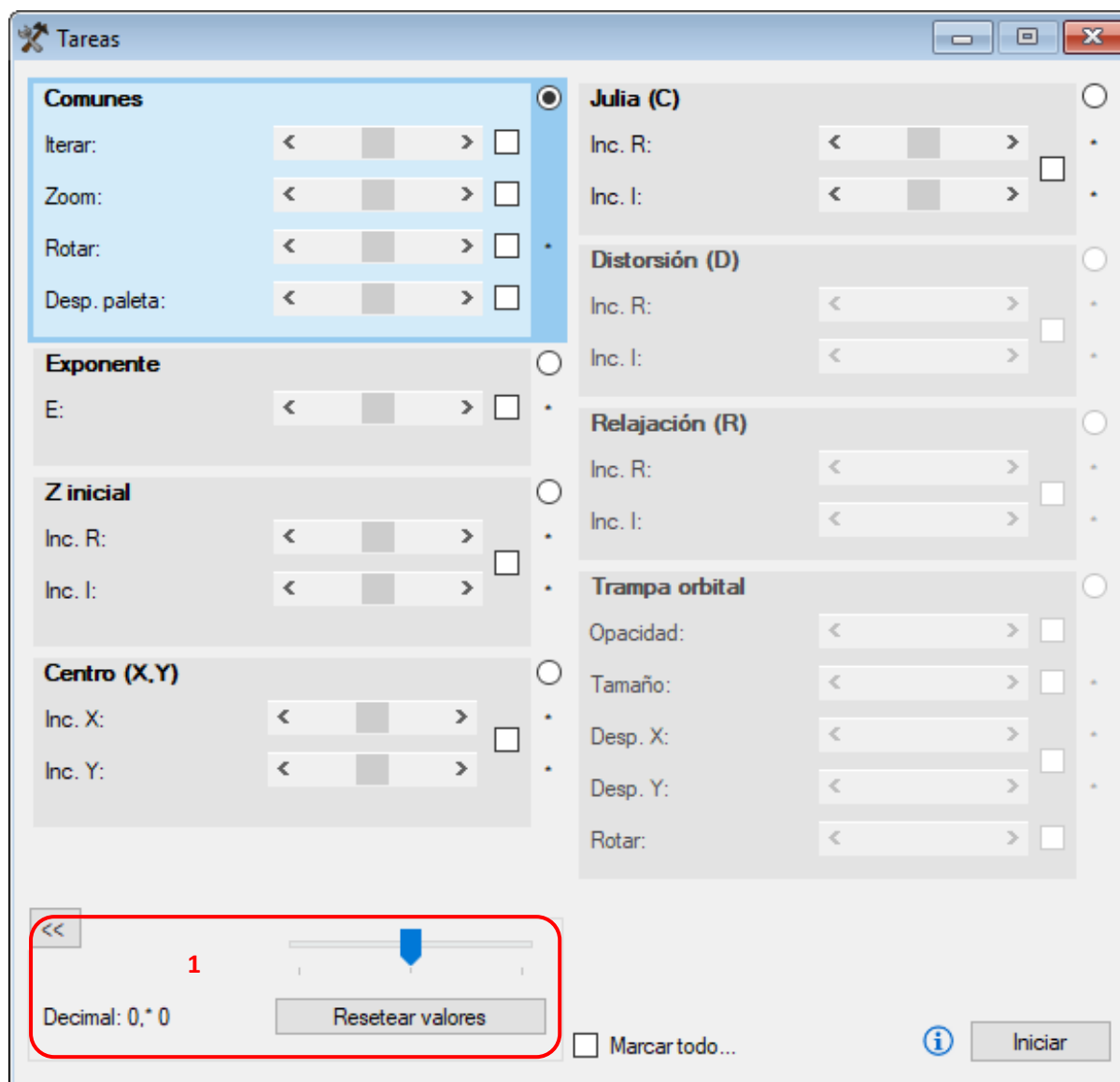
**Saber más...**

La “Transformación Juliter” surge durante el desarrollo de nuevas funcionalidades para **FFE**, y como comprobación de la hipótesis de que se pueden representar fractales con una mezcla regulable entre los métodos de Mandelbrot y de Julia. Más información [aquí](#).

## AUTOMATIZAR PROCESOS MEDIANTE TAREAS

\* Las tareas no están disponibles para los fractales de tipo especial.

Abre la herramienta “Tareas” desde el menú “Ver” o presionando “Control + Alt + T”. Esta herramienta tiene un apartado por cada tipo de tarea con sus controles de ajuste y un área común que permite fijar la precisión de dichos controles (zona 1 de la imagen).



La versión v13.1 de **FFE** incluye las siguientes tareas:

- ITERAR: aumenta o disminuye el número de iteraciones.
- ZOOM: realiza un zoom progresivo, positivo o negativo.
- ROTAR: aumenta o disminuye el ángulo de rotación de la imagen.
- DESPLAZAMIENTO DE PALETA: desplaza los colores de la paleta.
- EXPONENTE: aumenta o disminuye el exponente de la variable “Z”.

- Z INICIAL: aumenta o disminuye el valor inicial de la variable “Z”.
- CENTRO: desplaza el fractal horizontal y verticalmente.
- JULIA: modifica los componentes “Real” e “Imaginario” de la constante de Julia “C”.
- DISTORSIÓN: modifica los componentes “Real” e “Imaginario” de la constante de distorsión “D”.
- RELAJACIÓN: modifica los componentes “Real” e “Imaginario” de la constante de relajación “R”.
- OPACIDAD DE LA TRAMPA ORBITAL: aumenta o disminuye la opacidad de la trampa orbital.
- TAMAÑO DE TRAMPA ORBITAL: aumenta o disminuye el tamaño de la trampa orbital.
- DESPLAZAMIENTO DE TRAMPA ORBITAL: desplaza la trampa orbital.

No todas las tareas son compatibles con todos los fractales y por ello algunas aparecen deshabilitadas dependiendo del “*Lienzo activo*”.

Para vincular la herramienta de tareas con el “*Lienzo activo*” pulsa el botón “*Iniciar*”. A continuación, ajusta los parámetros y marca las casillas de las tareas que quieres que actúen. Esto modificará progresivamente los parámetros y calculará una nueva imagen del fractal cada vez.

Para que una tarea deje de actuar desmarca su casilla, y para desvincular el lienzo pulsa el botón “*Detener*”.

### **Saber más...**

La herramienta “*Tareas*” solo se puede vincular con un único lienzo cada vez (durante la vinculación quedan deshabilitadas todas las funciones de exploración).

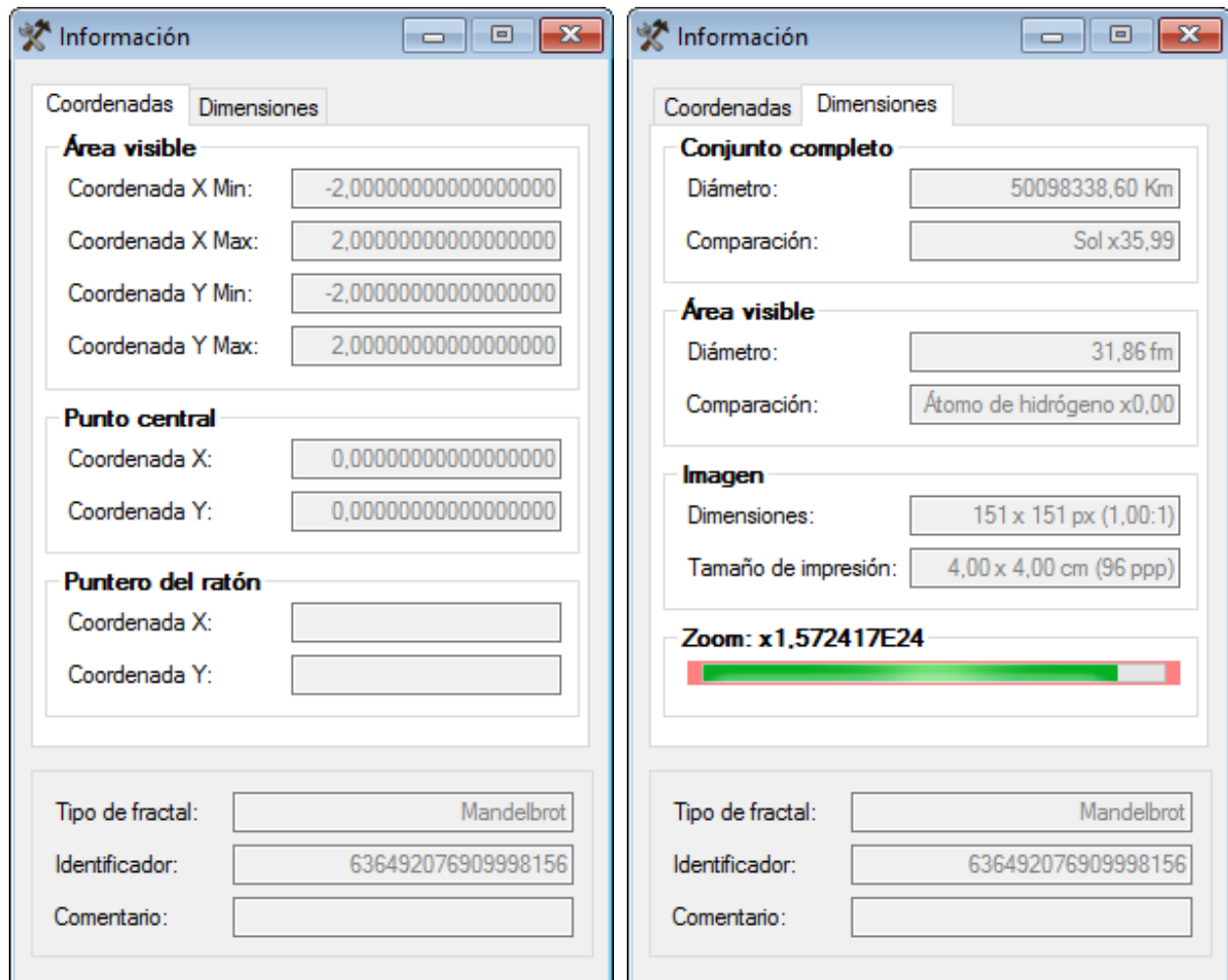
Una tarea puede detenerse por sí sola si alguno de sus parámetros alcanza valores incompatibles con el tipo de fractal cargado en el lienzo.

El ajuste “*Decimal*” permite seleccionar la posición decimal que variará en el valor de un parámetro cuando se modifique mediante su propio control de ajuste (solo actúa sobre las tareas iluminadas de color azul en cada momento).

Una tarea se puede utilizar en combinación con la opción “*Guardar cambios de imagen automáticamente*” del formulario de “*Opciones*” para obtener imágenes que, a modo de fotogramas, permitan crear un video o animación mediante una aplicación externa.

## VER INFORMACIÓN ACERCA DE UN FRACTAL

Abre la herramienta “*Información*” desde el menú “*Ver*” o presionando “*Control + Alt + I*”. Esta herramienta muestra información relativa al “*Lienzo activo*”.



La información disponible es la siguiente:

- **COORDENADAS: ÁREA VISIBLE**  
Muestra las coordenadas del área del fractal representado en la imagen.
- **COORDENADAS: PUNTO CENTRAL**  
Muestra las coordenadas del punto del fractal que corresponden al centro de la imagen.
- **COORDENADAS: PUNTERO DEL RATÓN**  
Muestra las coordenadas del punto del fractal que corresponden a la posición del puntero del ratón.
- **DIMENSIONES: CONJUNTO COMPLETO**

Muestra el diámetro aproximado que debería tener el fractal completo para poder visualizar el área seleccionado. También compara este valor con el tamaño de un objeto real.

- DIMENSIONES: ÁREA VISIBLE

Muestra el diámetro aproximado del área del fractal que se está visualizando. También compara este valor con el tamaño de un objeto real.

- DIMENSIONES: IMAGEN

Muestra las dimensiones de impresión de la imagen y su relación de aspecto.

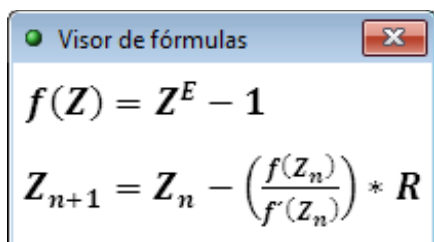
- LÍMITE DE ZOOM

Muestra el nivel de zoom al que se encuentra el “*Lienzo activo*” mediante una barra de progreso. La barra está situada sobre un fondo que cambia de color de acuerdo a tres niveles de zoom: bajo (verde), medio (ámbar) y alto (rojo).

- INFORMACIÓN GENERAL

Muestra el tipo de fractal, el número identificador de su ventana y su comentario.

También puedes ver la fórmula empleada en el dibujo del “*Lienzo activo*”. Para ello abre el “*Visor de fórmulas*” desde el menú “*Ver*” o presionando “*Control + Alt + R*”.

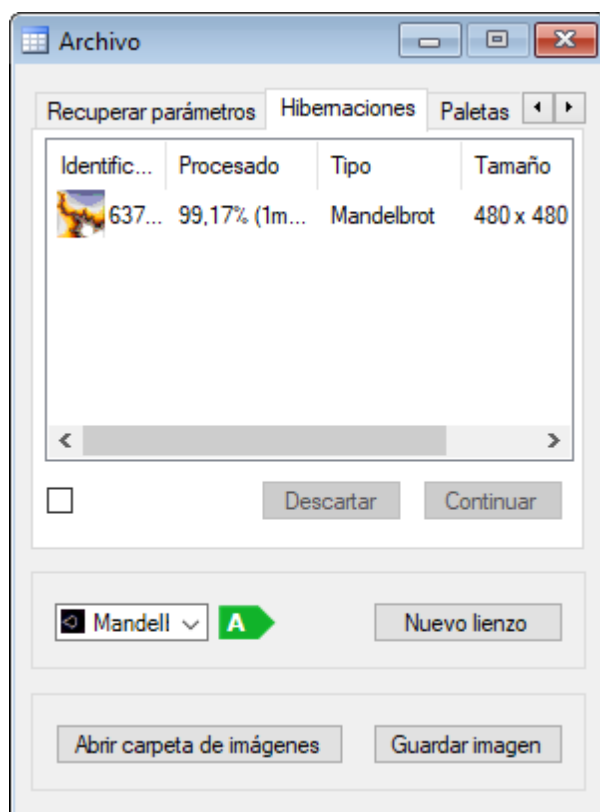


#### Saber más...

El identificador de ventana sirve para localizar dentro de la carpeta de imágenes de la aplicación la subcarpeta que le corresponde al lienzo.

## **HIBERNACIÓN DE PROCESOS**

Otra característica importante de **FFE** es que permite cerrar la aplicación en cualquier momento sin perder los cálculos realizados para las imágenes pendientes de finalizar. La siguiente vez que se inicie la aplicación aparecerá un mensaje ofreciendo la posibilidad de visualizar las hibernaciones para reanudar los cálculos a partir del punto en que se quedaron. Para ello, elige la hibernación que desees y pulsa el botón “Continuar”. Las hibernaciones se encuentran disponibles en la pestaña “Hibernaciones” del formulario de “Archivo”, que se abre desde el menú “Ver” o presionando “Control + Alt + A”.



### **Saber más...**

El cálculo de determinadas imágenes puede convertirse en un proceso lento dependiendo de las características del fractal, del tamaño de la imagen o del filtro “Antialias” empleado. En situaciones como estas puede surgir la necesidad de cerrar la aplicación, y es entonces cuando la función de hibernación de cálculos evita perder el trabajo realizado hasta el momento.

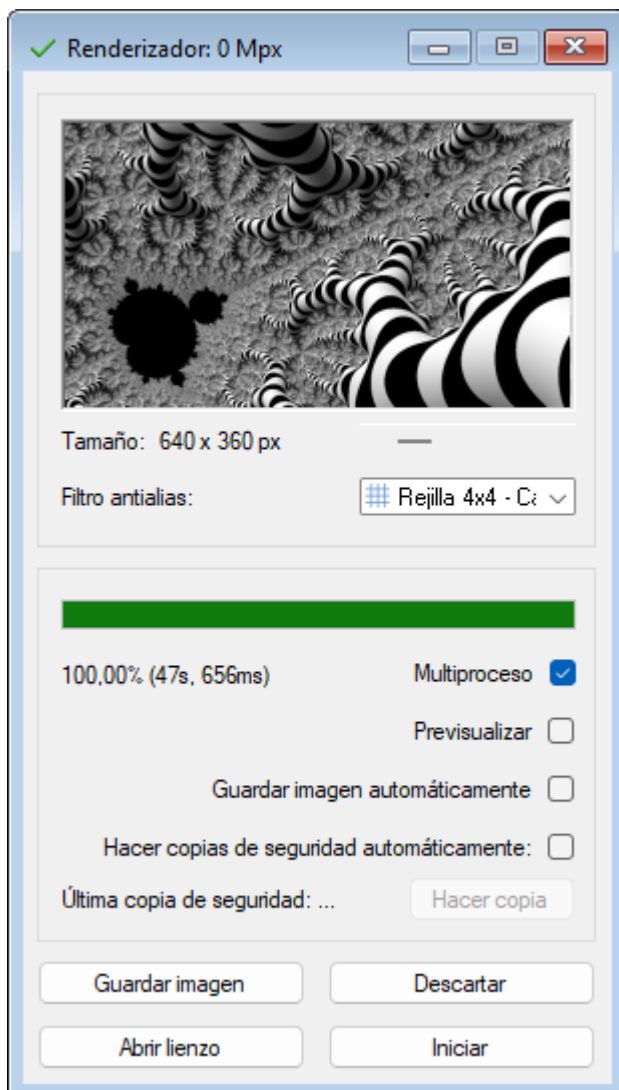
## **RENDERIZAR FRACTALES EN ALTA RESOLUCIÓN**

\* El renderizador no está disponible para los fractales especiales de los tipos Buddhabrot y Atractor.

Filtro antialias es un método que permite obtener imágenes más fieles del fractal mediante operaciones adicionales de coloración. **FFE** permite renderizar fractales hasta los siguientes límites dados por la rejilla de filtro antialias elegida:

<u>Filtro antialias</u>	<u>Resolución máxima</u>	<u>Descripción</u>
1x1	256 Mpx	Calidad baja y velocidad alta (sin antialias)
2x2	128 Mpx	Calidad media y velocidad alta
3x3	85 Mpx	Calidad alta y velocidad media
4x4	64 Mpx	Calidad muy alta y velocidad baja

Abre el renderizador desde el menú “Ver” o presionando “Ctrl + Alt + N”.



Ajusta las opciones generales para el renderizado:

- TAMAÑO: tamaño de salida del renderizado.
- FILTRO ANTIALIAS: nivel del filtro antialias.

Para finalizar pulsa el botón “Iniciar” y cuando el proceso termine guarda la imagen final.



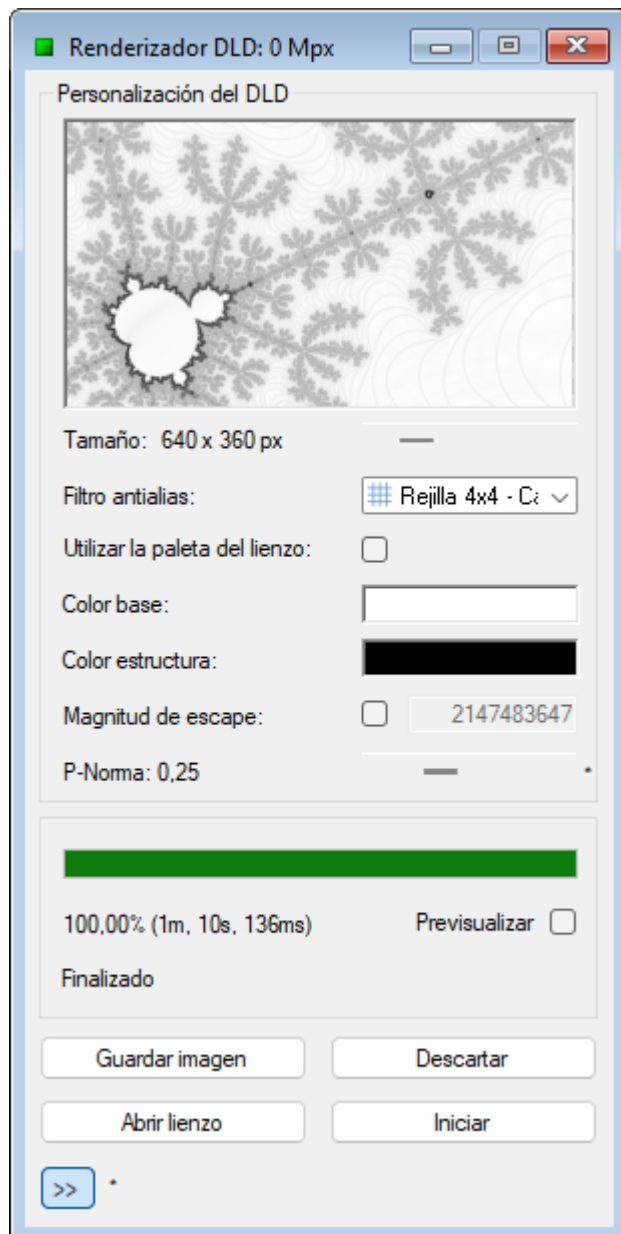
### RENDERIZAR DESCRIPTORES LAGRANGIANOS

\* Los Descriptores Lagrangianos Discretos (DLD) no están disponibles para los fractales especiales de tipo IFS, Buddhabrot y Atractor.

Filtro antialias es un método que permite obtener imágenes más fieles del fractal mediante operaciones adicionales de coloración. **FFE** permite renderizar fractales hasta los siguientes límites dados por la rejilla de filtro antialias elegida:

<u>Filtro antialias</u>	<u>Resolución máxima</u>	<u>Descripción</u>
1x1	256 Mpx	Calidad baja y velocidad alta (sin antialias)
2x2	128 Mpx	Calidad media y velocidad alta
3x3	85 Mpx	Calidad alta y velocidad media
4x4	64 Mpx	Calidad muy alta y velocidad baja

Abre el renderizador DLD desde el menú “Ver” o presionando “Alt + G”.



Ajusta las opciones generales para el renderizado:

- **TAMAÑO:** tamaño de salida del renderizado.
- **FILTRO ANTIALIAS:** nivel del filtro antialias.
- **UTILIZAR PALETA DEL LIENZO:** utiliza la paleta original del lienzo.
- **COLOR BASE:** color de base que se utilizará, si no se utiliza la paleta del lienzo.
- **COLOR ESTRUCTURA:** color que se utilizará para dibujar las estructuras, si no se utiliza la paleta del lienzo.

Ajusta las opciones del algoritmo DLD:

- **MAGNITUD DE ESCAPE:** elige entre usar un valor personalizado o no usarlo y que el algoritmo utilice las condiciones de escape del lienzo.
- **P-NORMA:** elige un exponente P para determinar la geometría del espacio en el que el algoritmo medirá las distancias.

Para finalizar pulsa el botón “Iniciar” y cuando el proceso termine guarda la imagen final.

### Saber más...

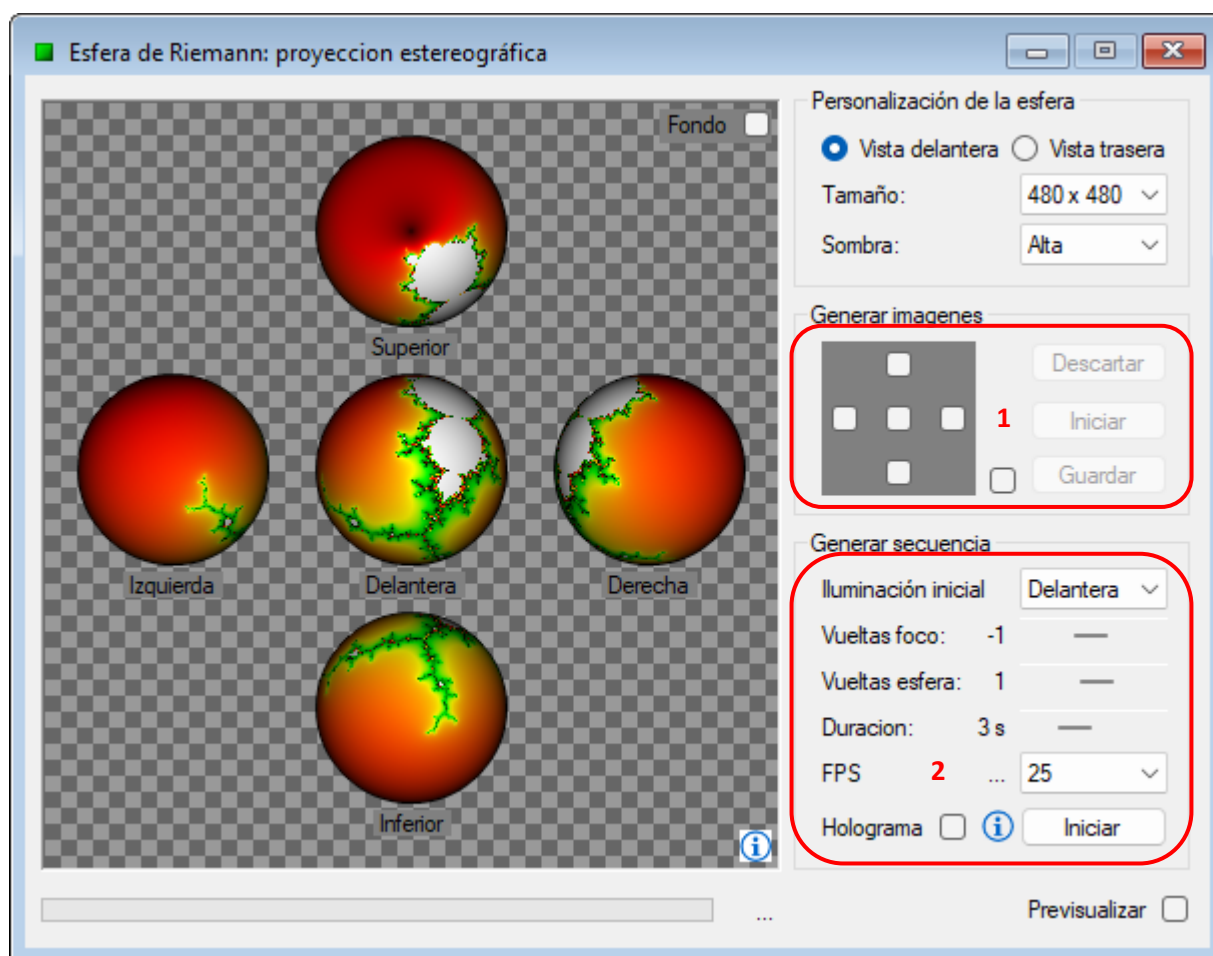
Los Descriptores Lagrangianos (LD) son una herramienta empleada en el análisis de dinámica de fluidos, especialmente útil para comprender el transporte y la mezcla de partículas en sistemas complejos. En oceanografía, por ejemplo, se emplean para estudiar las corrientes o el transporte de nutrientes y contaminación, permitiendo identificar estructuras dinámicas ocultas en los flujos.

### CREAR PROYECCIONES ESTEREOGRÁFICAS

\* La proyección estereográfica no está disponible para los fractales especiales de tipo Bifurcación, IFS, Buddhabrot y Atractor.

Para dibujar la proyección, **FFE** coloca una Esfera de Riemann sobre el fractal y calcula como este se refleja en su superficie.

Abre el diseñador de Esferas de Riemann desde el menú “Ver” o presionando “Alt + R”. Si el “Lienzo activo” es compatible se dibujarán automáticamente las vistas previas de la esfera.



Ajusta las opciones generales: color de “Fondo”, tipo de “Vista” y “Tamaño” de salida. A continuación, elige uno de los siguientes procesos:

- GENERAR IMÁGENES (zona 1 de la imagen)

Este proceso genera una imagen con el conjunto de vistas seleccionadas, y una imagen independiente por cada una de ellas. Para ello selecciona las vistas que desees y a continuación pulsa el botón “Iniciar”. Cuando el proceso termine guarda las imágenes generadas.

- GENERAR SECUENCIA (zona 2 de la imagen)

Este proceso genera una secuencia de rotación del alzado de la esfera (vista previa central). Para ello ajusta los siguientes parámetros:

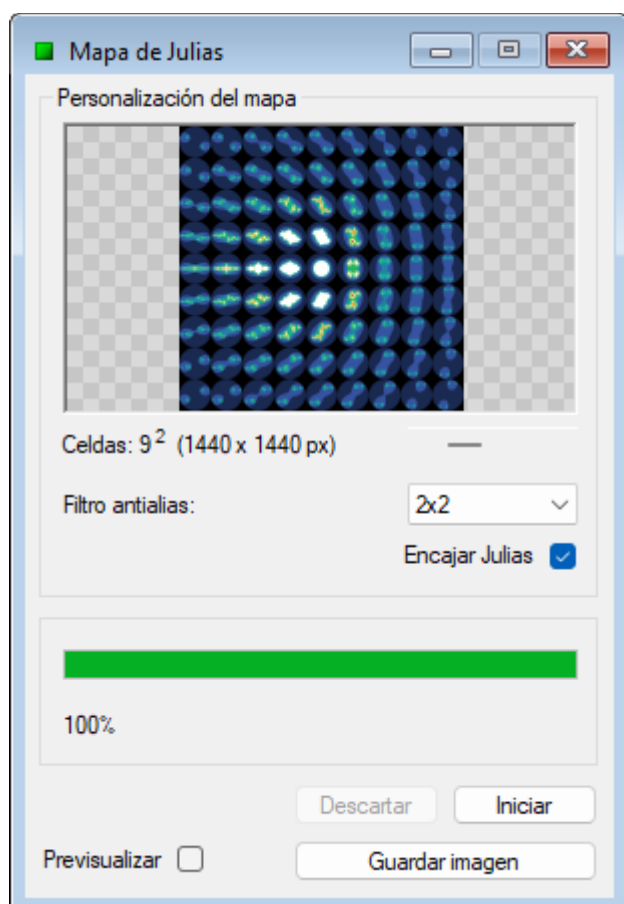
1. Iluminación inicial: posición inicial del foco de luz.
2. Vueltas foco: número de vueltas que dará el foco y sentido de giro.
3. Vueltas esfera: número de vueltas que dará la esfera y sentido de giro.
4. Duración: duración en segundos de la secuencia.
5. FPS: número de fotogramas por segundo.
6. Holograma: crea fotogramas especiales para ser usados con una pirámide holográfica.

A continuación, pulsa el botón “Iniciar”. Durante el proceso, los fotogramas se guardarán en la carpeta de imágenes de la aplicación, en una subcarpeta propia del proceso. Se puede abrir la carpeta de imágenes del proceso una vez que este haya finalizado.

### **CREAR MAPAS DE JULIA**

\* Los mapas de Julia no están disponibles para los fractales de tipo especial y solo son compatibles con fractales que se basan en el “*Método de Mandelbrot*”.

Abre el diseñador de “*Mapas de Julia*” desde el menú “Ver” o presionando “Alt + M”.



La casilla “*Encajar Julias*” hace que cada conjunto de Julia se centre y encaje en su celda.

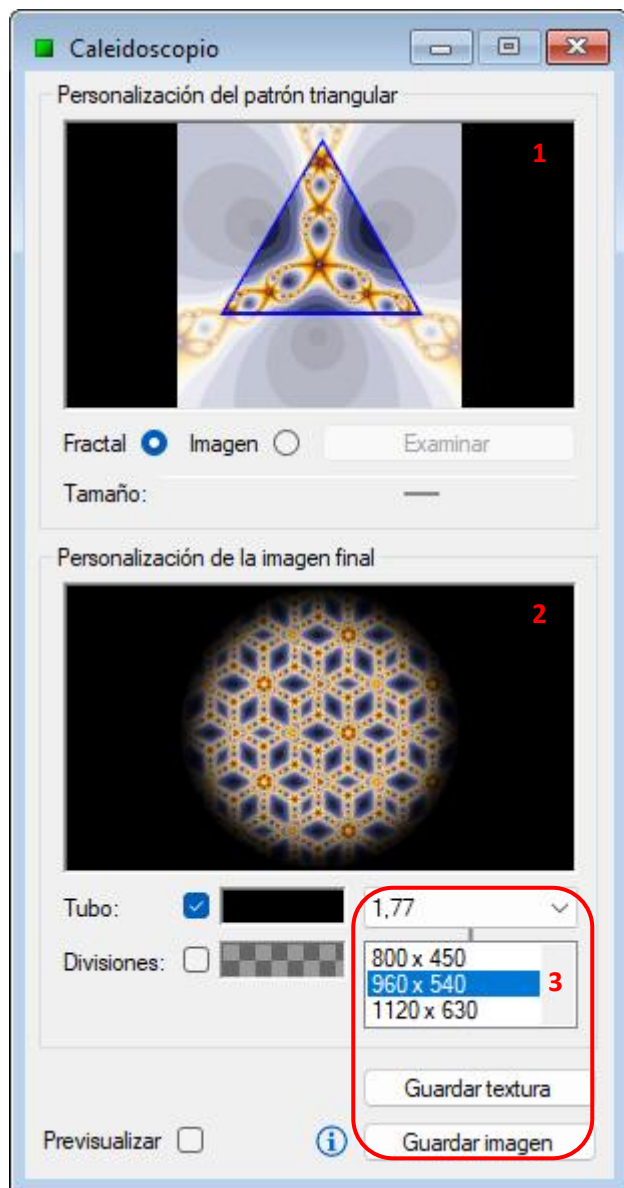
Ajusta el número de celdas y a continuación pulsa el botón “Iniciar”. Cuando el proceso termine guarda la imagen final.

### **Saber más...**

Los mapas de Julia están compuestos por conjuntos de Julia ordenados adecuadamente para mostrar un mapa equivalente al gráfico que se obtiene del “*Método de Mandelbrot*”.

## CREAR IMÁGENES CALEIDOSCÓPICAS

Abre el diseñador de caleidoscopios desde el menú “Ver” o presionando “Alt + K”.



Este diseñador tiene un área que permite personalizar el triángulo que se tomará como patrón para dibujar la imagen caleidoscópica, y otra área que permite personalizar la imagen final (zonas 1 y 2 de la imagen respectivamente).

Elige la opción “Fractal” para crear una imagen caleidoscópica a partir del “Lienzo activo”, o elige la opción “Imagen” para importar una imagen externa.

Para personalizar el patrón triangular:

- Modifica su tamaño utilizando el control de ajuste “Tamaño”.
- Modifica su posición directamente con el botón izquierdo del ratón sobre la vista previa.

Para personalizar la imagen final:

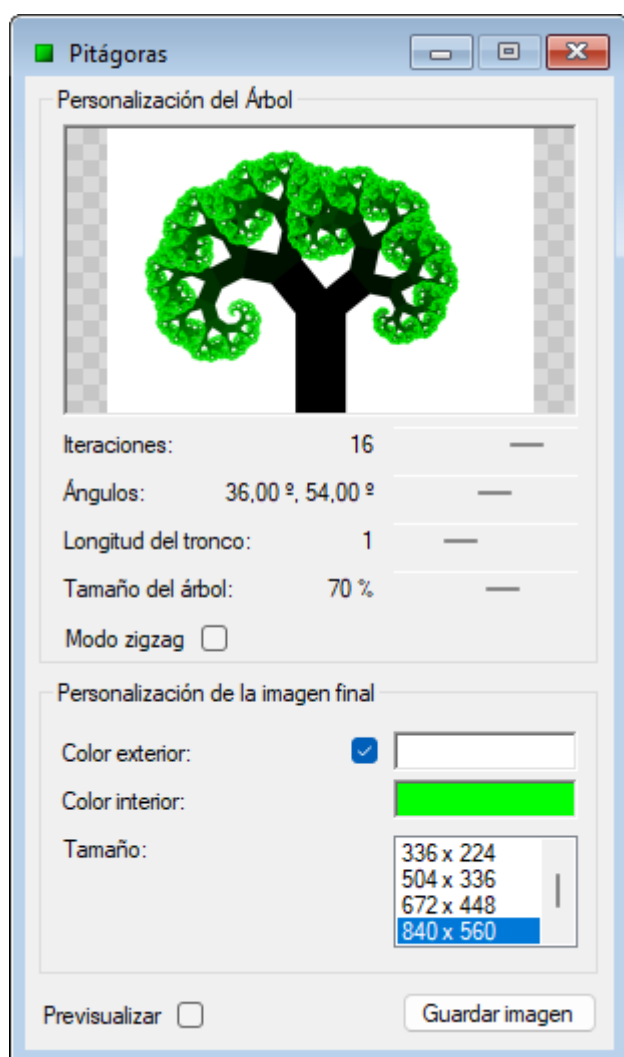
- Puedes aplicarle el efecto “Tubo” con el color deseado.
- Puedes mostrar las “Divisiones” triangulares con el color deseado.

Por último, elige la relación de aspecto y el tamaño que desees para la imagen final (zona 3 de la imagen) y a continuación pulsa el botón “Guardar imagen”.

El botón “Guardar textura” permite guardar la imagen básica que sirve para rellenar superficies de cualquier tamaño.

### CREAR ÁRBOLES DE PITÁGORAS

Abre el Diseñador de Pitágoras desde el menú “Ver” o presionando “Alt + P”.



Para configurar el algoritmo de dibujo:

- Ajusta el número de iteraciones. Un mayor número de iteraciones producirá más ramificaciones.
- Ajusta los valores de los ángulos variables del triángulo rectángulo. Esto hará que el árbol se incline hacia un lado o hacia el otro.

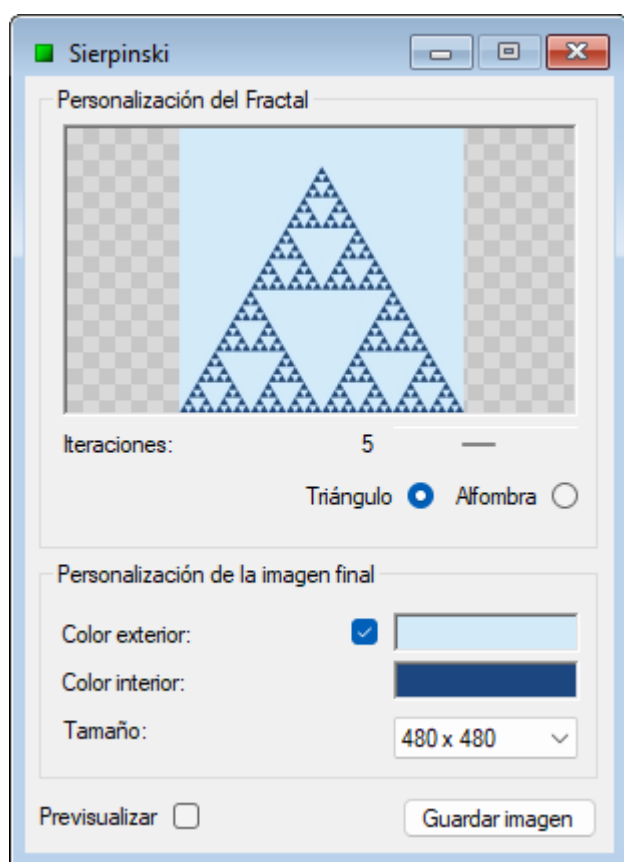
- Ajusta la altura del tronco. Su valor máximo dependerá del ajuste del tamaño del árbol.
- Ajusta el tamaño del árbol.
- Activa el modo “Zigzag” para crear un árbol puntiagudo o desactívalo para crearlo redondeado.

Para personalizar la imagen elige los colores que desees en el interior y en el exterior del fractal.

Por último, elige el tamaño al que desees generar la imagen final y pulsa el botón “Guardar imagen”.

### CREAR DISEÑOS DE SIERPINSKI

Abre el diseñador de Sierpinski desde el menú “Ver” o presionando “Alt + S”.



Para configurar el algoritmo ajusta el número de iteraciones y selecciona uno de los modos de dibujo disponibles: “Triángulo” o “Alfombra”.

Para personalizar la imagen elige los colores que desees en el interior y en el exterior del fractal.

Por último, elige el tamaño al que desees generar la imagen final y pulsa el botón “Guardar imagen”.



## CREAR AGREGADOS LIMITADOS POR DIFUSIÓN

El agregado se consigue mediante una liberación de partículas, que toman caminos aleatorios hasta que colisionan con algo que las detiene. **FFE** permite colocar una semilla para que el agregado crezca alrededor suyo.

Abre el diseñador de agregados desde el menú “Ver” o presionando “Alt + A”.



Para configurar el proceso de agregado:

- Elige la opción “Imagen” para importar una imagen externa como semilla. A continuación, puedes modificar su posición directamente con el botón izquierdo del ratón sobre la vista previa.
- Modifica el tamaño de la semilla utilizando el control de ajuste “Tamaño”.
- Elige uno de los métodos de coloración disponibles en el desplegable “Método”.
  1. BORDE: colorea en base a la distancia entre la partícula y el borde del lienzo.
  2. SEMILLA: colorea en base a la distancia entre la partícula y el borde de la semilla.
  3. MIXTO: es una mezcla de los dos tipos de coloración anteriores.



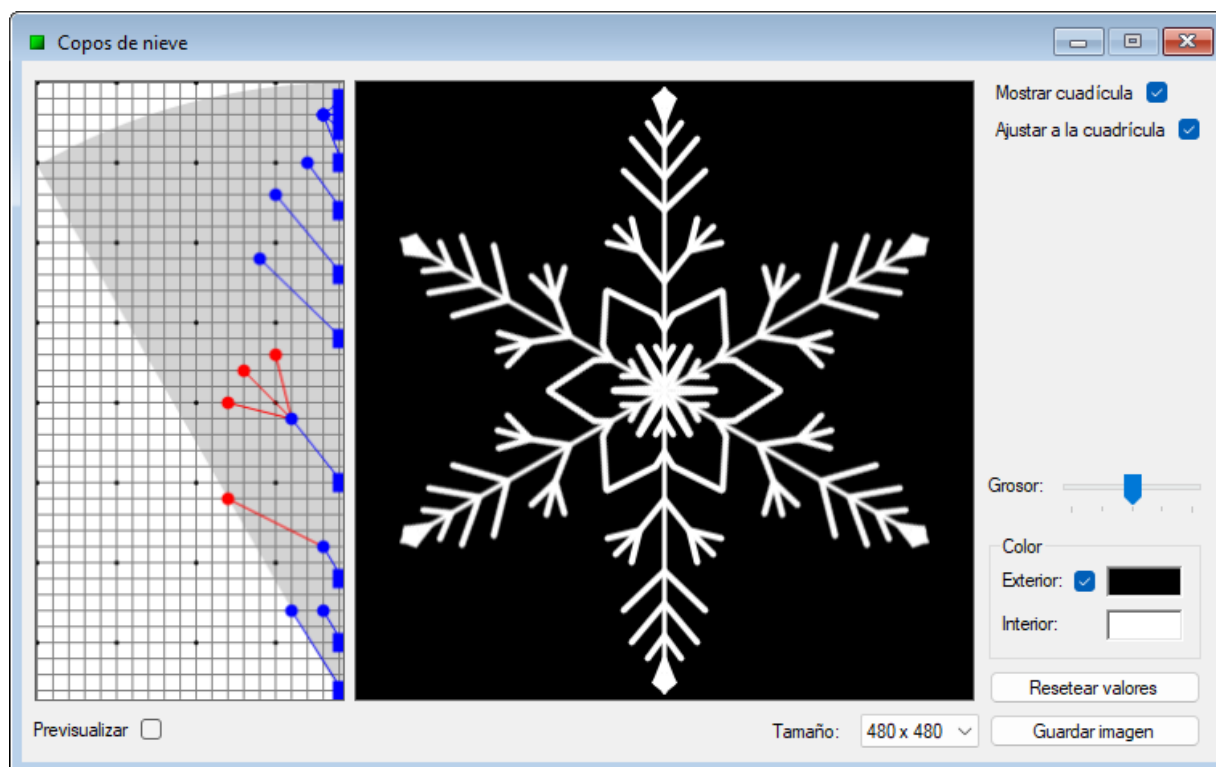
- Elige una de las paletas de color disponibles en el desplegable “Paleta”.
- Elige la relación de aspecto y el tamaño que deseas para la imagen final (zona 1 de la imagen). Dependiendo del tamaño que se elija el proceso puede tardar bastante, pero el “Diseñador de Agregados” se puede cerrar sin que se interrumpa.

A continuación, elige el modo DLA o edén y pulsa el botón “Iniciar” para que comience el proceso. Este finalizará por sí solo cuando al cerrarse todos los bordes ya no pueden entrar más partículas, pero se puede elegir el color de fondo y guardar la imagen en todo momento. Para ello marca la casilla “Fondo”, elige el color que desees y por último pulsa el botón “Guardar imagen”.

### **CREAR COPOS DE NIEVE**

**FFE** se inspira en la simetría del sistema cristalino hexagonal de los cristales de hielo para crear copos de nieve.

Abre el diseñador de “Copos de nieve” desde el menú “Ver” o presionando “Alt + N”.



Para crear el copo de nieve utiliza el área de diseño situado a la izquierda, donde podrás realizar las siguientes acciones:

- **ACTIVAR UNA RAMA**

Haz clic en uno de los extremos de la rama. Los extremos de la rama activada se colorearán de negro para identificarla.

- **AÑADIR UNA RAMA PRIMARIA**

Haz clic con el botón izquierdo del ratón en una zona vacía. La rama primaria se mostrará de color azul.

- **AÑADIR UNA RAMA SECUNDARIA**

Haz clic con el botón derecho del ratón en una zona vacía. La rama secundaria se mostrará de color rojo.

- **MOVER UN EXTREMO DE RAMA**

Con el botón izquierdo del ratón pulsa sobre el extremo deseado de una rama y sin soltarle desplaza el ratón. Suelta el botón para confirmar el desplazamiento.

- **ELIMINAR UNA RAMA**

Haz doble clic en uno de los extremos de la rama. Si el extremo pertenece a una rama secundaria sólo se eliminará esta. Si el extremo pertenece a una rama primaria se eliminará esta y todas sus ramas secundarias.

- **ELIMINAR TODAS LAS RAMAS**

Haz clic con el botón central del ratón en cualquier punto del área de diseño.

La zona gris del área de diseño es orientativa y sirve de ayuda para crear patrones que al ser replicados con simetría hexagonal no produzcan cruces inesperados de ramas.

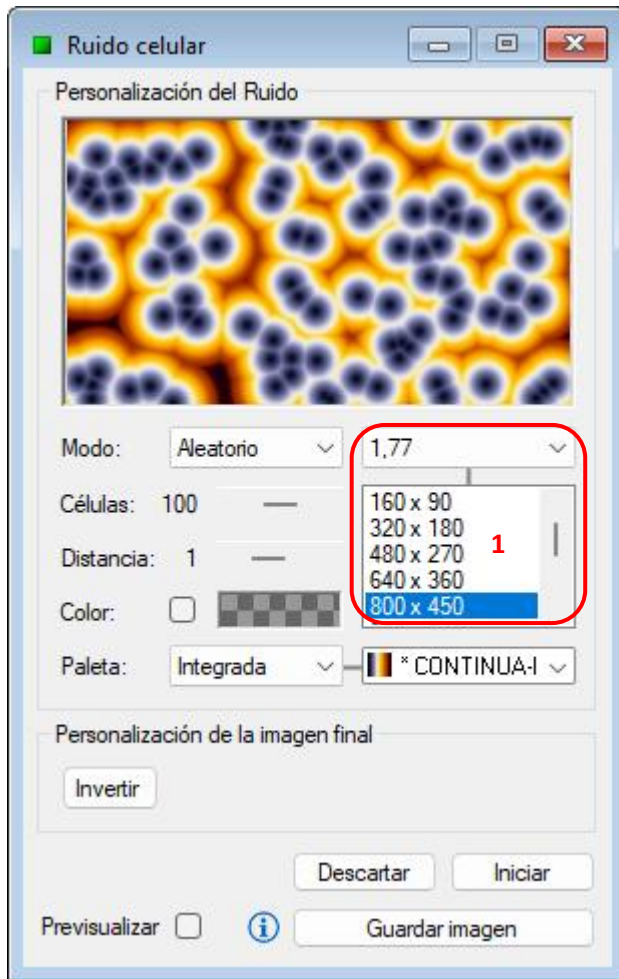
Para personalizar la imagen elige el grosor de la línea y los colores que desees en el interior y en el exterior del copo de nieve.

Por último, elige el tamaño al que desees generar la imagen final y pulsa el botón *“Guardar imagen”*.

## **CREAR RUIDO CELULAR**

Para crear Ruido Celular, **FFE** coloca un conjunto de puntos aleatorios a los que llama *“Células”* y a continuación les aplica el *“Diagrama de Voronoi”* para colorear el plano.

Abre el *“Diseñador de Ruido celular”* desde el menú *“Ver”* o presionando *“Alt + C”*.



Para configurar el proceso de dibujo:

- Elige uno de los modos de distribución de células disponibles: aleatorio, colmena o cuadrícula.
- Elige el número de células que deseas utilizar.
- Ajusta la distancia de referencia para el cálculo. El valor 1 es la distancia a la célula más lejana y hará que los polígonos se dibujen con más definición.
- Elige uno de los métodos de coloración disponibles:
  1. Para utilizar un único color marca la casilla “Color” y selecciónalo.
  2. Para utilizar una paleta de color, desmarca la casilla indicada en el punto anterior y selecciona la paleta en el desplegable.

Por último, elige la relación de aspecto y el tamaño que deseas para la imagen final (zona 1 de la imagen) y a continuación pulsa el botón “Iniciar”.

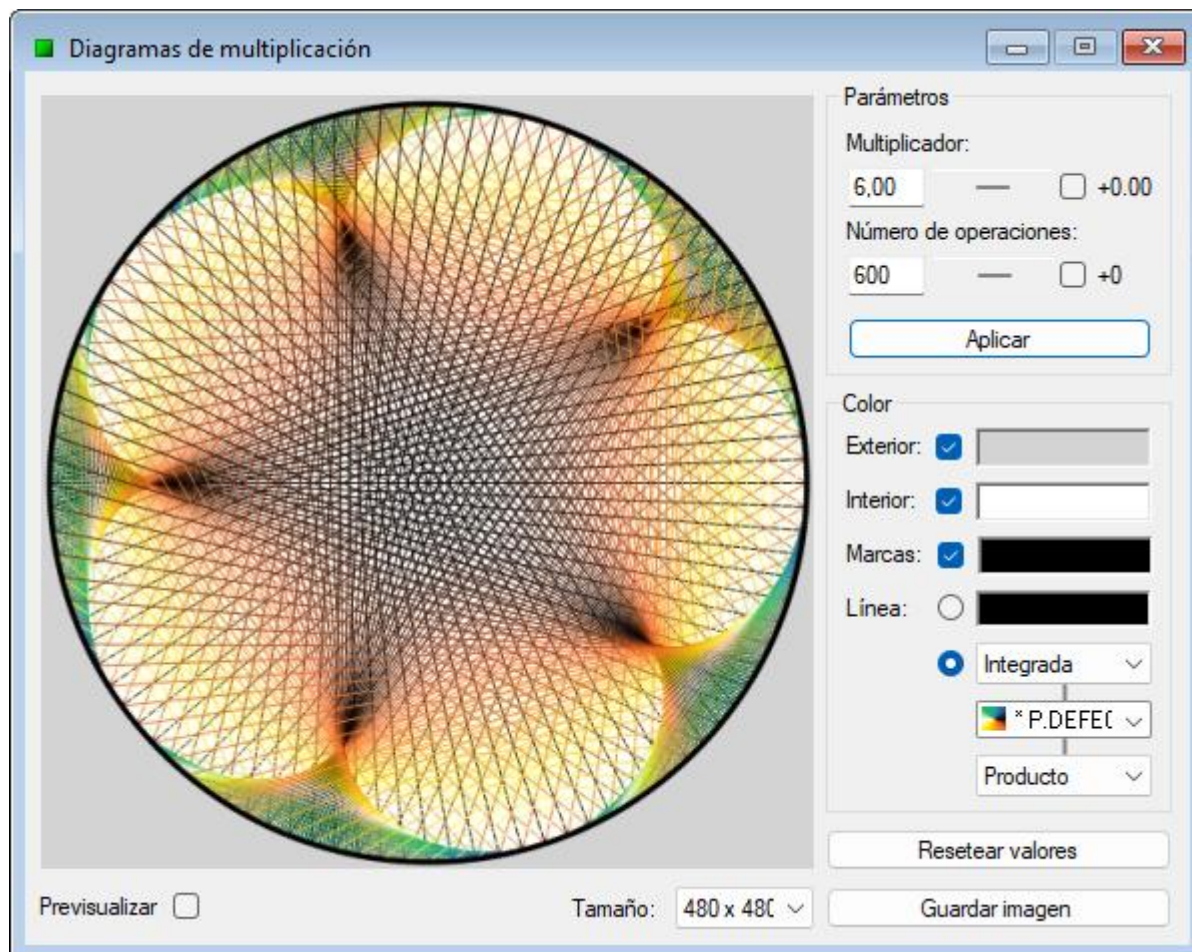
En todo momento, durante el cálculo y una vez finalizado, se podrán invertir los colores. Para ello pulsa el botón “Invertir”.

Una vez finalizado el proceso de dibujo se podrá guardar la imagen.



## CREAR DIAGRAMAS DE MULTIPLICACIÓN

Abre el Diseñador de Diagramas desde el menú “Ver” o presionando “Alt + D”.



Para configurar el algoritmo de dibujo:

- Introduce el número “Multiplicador”.
- Introduce el “Número de operaciones”.

Todos los números que van desde el cero hasta el número de operaciones indicado serán multiplicados por el multiplicador y dichos productos serán representados con líneas en el diagrama.

Para aplicar los parámetros, una vez introducidos sus valores, pulsa la tecla “Enter” o el botón “Aplicar”. También se puede hacer que varíen, para ello ajusta los incrementos y marca las casillas situadas a la derecha de cada parámetro.

Para personalizar la imagen:

- Elige un color para el “Exterior”. Este coloreará la parte externa de la circunferencia.
- Elige un color para el “Interior”. Este coloreará la parte interna de la circunferencia.

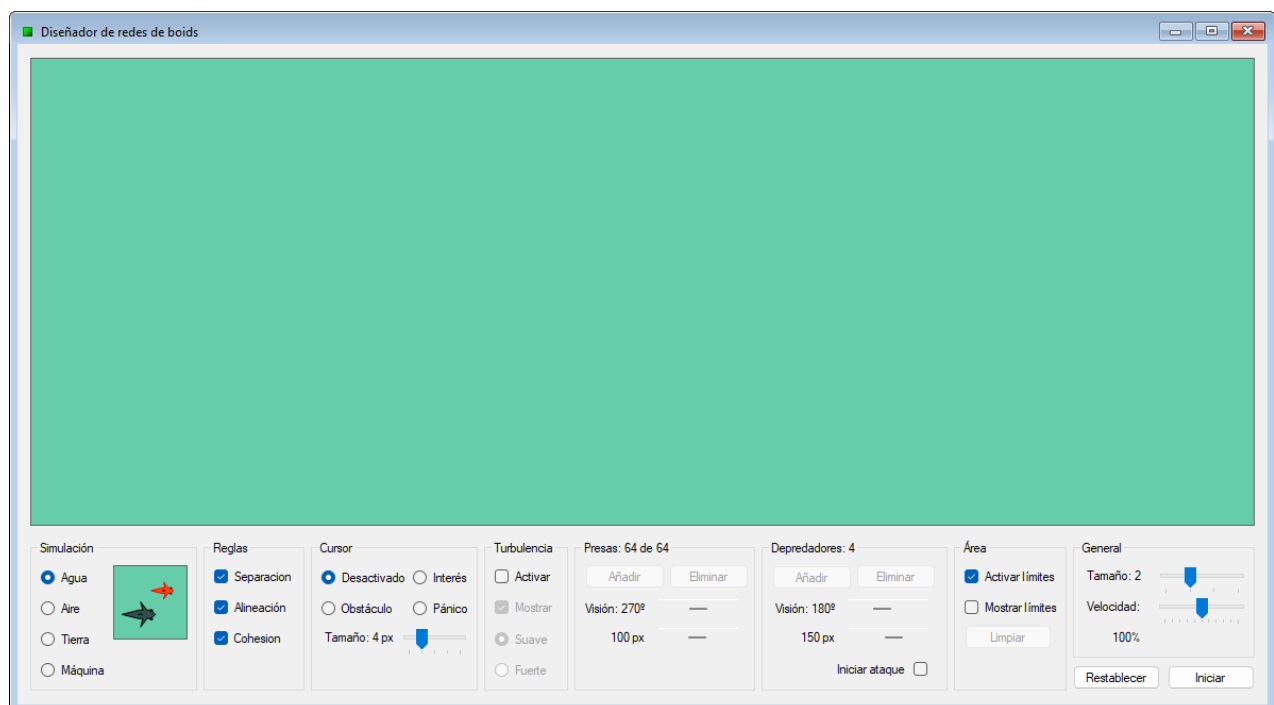
- Elige un color para las “Marcas”. Este color dibujará el perímetro de la circunferencia y los puntos correspondientes al número de operaciones.
- Elige uno de los métodos de coloración disponibles para las líneas:
  1. Color. Utiliza siempre el mismo color para todas las líneas del diagrama.
  2. Paleta. Utiliza los diferentes colores de una paleta para diferenciar las líneas del diagrama de acuerdo con uno de los siguientes métodos a elegir:
    - a. Producto. El color de la línea dependerá del resultado del producto.
    - b. Multiplicador. El color de la línea dependerá del número multiplicador.

Por último, elige el tamaño al que deseas generar la imagen final y pulsa el botón “Guardar imagen”.

## CREAR REDES DE BOIDS

**FFE** permite crear Redes de Boids basadas en el Modelo de Reynolds para observar comportamientos emergentes.

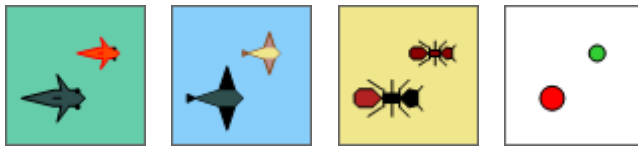
Abre el diseñador de “Redes de Boids” desde el menú “Ver” o presionando “Alt + B”.



Para personalizar la simulación utiliza los siguientes grupos de controles:

- **SIMULACIÓN**  
Con este grupo de controles podrás elegir el tipo de simulación que desees.
  1. Agua: los boids serán representados con forma de pez.
  2. Aire: los boids serán representados con forma de ave.
  3. Tierra: los boids serán representados con forma de hormiga.
  4. Máquina: los boids serán representados con forma de círculo.

Al posicionar el ratón sobre la vista previa aparecerá un texto informativo con los valores de los parámetros asociados al tipo de simulación elegido.



- REGLAS

Con este grupo de controles podrás activar o desactivar las reglas básicas definidas por el Modelo de Reynolds.

1. Separación: es la regla que los boids utilizan para intentar no chochar entre sí.
2. Alineación: es la regla que los boids utilizan para intentar igualar la velocidad y la trayectoria de los que se encuentran a su alrededor.
3. Cohesión: es la regla que los boids utilizan para intentar pertenecer a un grupo.

Adicionalmente, para las simulaciones “Aire” y “Tierra”, estará disponible una regla especial propia de **FFE**.

1. Migración (aire): es la regla encargada de simular el comportamiento de las aves migratorias. Al activar esta regla, si se dan las condiciones adecuadas, podrán aparecer estructuras en forma de “V”. En estas estructuras un boid líder guiará al resto.
2. Inspección (tierra): es la regla encargada de simular el comportamiento de las hormigas que inspeccionan su entorno en busca de alimento.

- CURSOR

Con este grupo de controles podrás decidir qué tipo de reacción tendrán los boids cuando se encuentren con el cursor del ratón.

1. Desactivado: los boids no reaccionarán al cursor.
2. Interés: los boids sentirán interés por el cursor y se desviarán de su trayectoria original para ir hacia él.
3. Obstáculo: los boids intentarán esquivar el cursor manteniendo su trayectoria original dentro de lo posible.
4. Pánico: los boids sentirán pánico del cursor y se desviarán de su trayectoria original para huir de él.

Con el control “Tamaño” podrás ajustar el tamaño del cursor.

- TURBULENCIA

Con este grupo de controles podrás activar un algoritmo propio de **FFE** que simula turbulencias aleatorias que afectarán a la trayectoria y a la velocidad de los boids.

1. Suave: la turbulencia tendrá un efecto suave en el movimiento de los boids.
2. Fuerte: la turbulencia tendrá un efecto fuerte en el movimiento de los boids.

Al activar la casilla *“Mostrar”* aparecerá una *“veleta”* que representará la velocidad y la dirección de la turbulencia en cada momento.

- PRESAS

Con este grupo de controles podrás añadir o eliminar boids de tipo *“presa”*, así como ajustar los parámetros de apertura del ángulo de visión y de alcance de visión.

- DEPREDADORES

Con este grupo de controles podrás añadir o eliminar boids de tipo *“depredador”*, así como ajustar los parámetros de apertura del ángulo de visión y de alcance de visión.

Al activar la casilla *“Iniciar ataque”* los boids de tipo *“depredador”* atacarán a los de tipo *“presa”*, eliminando a estos últimos si son alcanzados.

- ÁREA

Con este grupo de controles podrás activar o desactivar los límites del área en el que los boids se mueven.

Cuando los límites están desactivados, los boids que sobrepasan los límites de la ventana por cualquiera de sus lados aparecen por el lado contrario.

Con el botón *“Limpiar”* se eliminarán todos los boids.

- GENERAL

Con este grupo de controles podrás ajustar los siguientes parámetros generales de la simulación.

1. Tamaño: permite ajustar el tamaño de los boids. Los boids de tipo *“depredador”* serán 1,5 veces más grandes que los de tipo *“presa”*.
2. Velocidad: permite aumentar o disminuir la velocidad de los boids. Cuando la casilla *“Iniciar ataque”* esté activada, la velocidad de los boids de tipo *“depredador”* será ligeramente superior a la velocidad de los boids de tipo *“presa”*.

Pulsa el botón *“Iniciar”* para que la simulación comience o *“Detener”* para pararla. Con el botón *“Restablecer”* todos los parámetros recuperarán su valor inicial.

### Saber más...

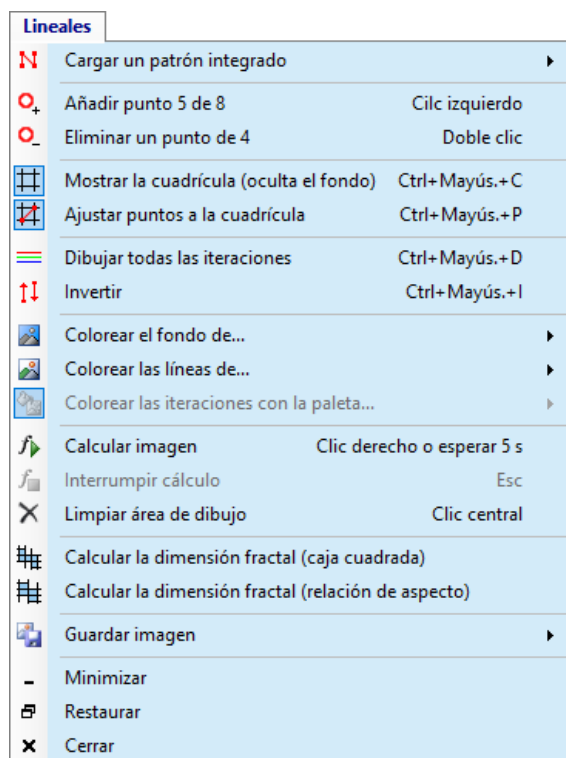
Los boids eliminados no desaparecerán automáticamente, serán marcados para que abandonen el área cuando les resulte posible.



## CREAR FRACTALES LINEALES

**FFE** permite crear fractales lineales a partir de un patrón formado por las líneas que conectan entre sí un conjunto de puntos definidos por el usuario. Esto lo consigue replicando el patrón completo y ajustando su escala para que encaje dentro de cada uno de los segmentos del patrón original, y así sucesivamente con cada iteración.

Abre el diseñador de “*Fractales lineales*” desde el menú “*Ver*” o presionando “*Alt + L*”. Este funciona en modo de pantalla completa, así que **FFE** se maximizará para mejorar la experiencia, y se mostrará el menú “*Lineales*” para dar acceso a todas las funciones del diseñador.



A continuación, se describen las diferentes funciones disponibles en el menú “*Lineales*”:

- CARGAR UN PATRÓN INTEGRADO

Permite cargar los patrones de ejemplo que vienen incluidos en el software bajo las diferentes categorías que se muestran en el submenú que se muestra al hacer clic.

- AÑADIR PUNTO “X” DE 8

Permite ir añadiendo puntos hasta un máximo de ocho. Cada nuevo punto añadido aparecerá en el centro del área de dibujo, y después se podrá cambiar su posición utilizando el ratón. Para ello, posiciona el ratón sobre el punto y cuando el puntero cambie a un icono con forma de mano haz clic con el botón izquierdo sobre él, desplázalo y a continuación suelta el botón del ratón para confirmar el desplazamiento. También se pueden añadir nuevos puntos haciendo clic directamente en cualquier lugar del área de dibujo donde no exista un punto anterior.

- ELIMINAR UN PUNTO DE “X”

Permite eliminar el último punto que se añadió. Sin embargo, se puede eliminar directamente cualquiera de los puntos existentes en el área de dibujo haciendo doble clic sobre él.

- **MOSTRAR LA CUADRÍCULA**

Permite mostrar u ocultar la cuadrícula y los ejes. Cuando la cuadrícula está visible el color seleccionado para el fondo quedará oculto.

- **AJUSTAR PUNTOS A LA CUADRÍCULA**

Esta opción hace que al cambiar la posición de los puntos con el ratón estos se acoplen a la cuadrícula.

- **DIBUJAR TODAS LAS ITERACIONES**

Si se marca esta opción se mostrarán en el fractal las líneas correspondientes a todas las iteraciones, y se podrán utilizar paletas de color para colorearlo.

Si por el contrario se desmarca esta opción, sólo se mostrará la última iteración. Es decir, la imagen fractal estará compuesta por una única línea coloreada con un único color.

- **INVERTIR**

Esta opción hace que el fractal se genere de forma inversa.

- **COLOREAR EL FONDO DE...**

Permite elegir un color predefinido o personalizado para el fondo. El color de fondo no será visible mientras lo sea la cuadrícula.

- **COLOREAR LAS LÍNEAS DE...**

Permite colorear las líneas del fractal con un único color predefinido o personalizado.

- **COLOREAR LAS ITERACIONES CON LA PALETA...**

Esta opción sólo estará disponible si se ha marcado la opción *“Dibujar todas las iteraciones”*, y permite utilizar paletas de color para colorear los diferentes niveles de iteración en el fractal.

- **CALCULAR LA IMAGEN**

Cuando el patrón disponga de al menos tres puntos, este comando permitirá forzar el cálculo de la imagen fractal. También se podrá forzar el cálculo haciendo clic con el botón derecho del ratón en cualquier lugar del área de dibujo. Sin embargo, el cálculo de la imagen siempre se producirá automáticamente pasados cinco segundos después de cualquier modificación de parámetros.

- **INTERRUMPIR CÁLCULO**

Cuando la imagen está en proceso de cálculo, este comando permite interrumpirlo. También se puede interrumpir el cálculo pulsando la tecla *“Escape”* en el teclado.

- **LIMPIAR ÁREA DE DIBUJO**

Este comando permite eliminar cualquier patrón o imagen fractal que haya en el área de dibujo. También se podrá limpiar haciendo clic con el botón central del ratón en cualquier lugar del área de dibujo.

- CALCULAR LA DIMENSIÓN FRACTAL (caja cuadrada)

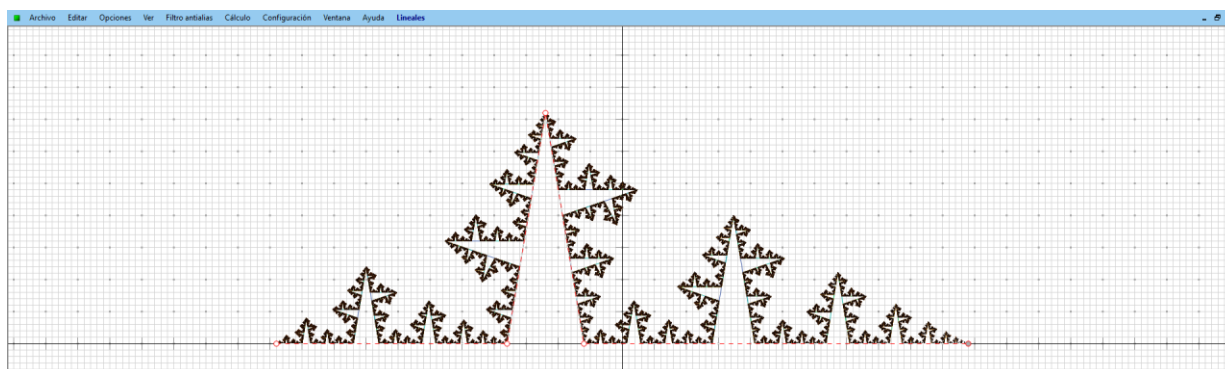
Calcula la dimensión fractal mediante el método de conteo de cajas de Minkowski-Bouligand. Sólo estará disponible cuando la opción de *“Dibujar todas las iteraciones”* no se esté utilizando.

- CALCULAR LA DIMENSIÓN FRACTAL (relación de aspecto)

Calcula la dimensión fractal mediante una variante del método de conteo de cajas de Minkowski-Bouligand que utiliza dimensiones de caja proporcionales a las dimensiones de la imagen. Sólo estará disponible cuando la opción de *“Dibujar todas las iteraciones”* no se esté utilizando.

- GUARDAR IMAGEN

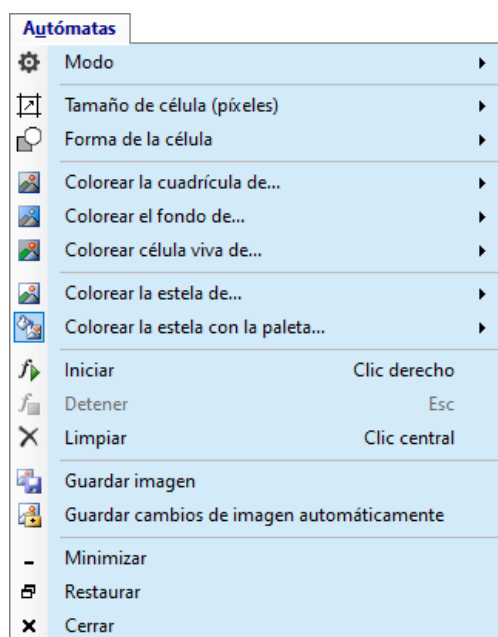
Este comando permite guardar en formato de imagen los diferentes componentes gráficos según la opción que se elija en el submenú que aparece al hacer clic. Por ejemplo, se puede guardar solo el fractal con el color de fondo haciendo clic en el submenú *“Fondo + Fractal”*.



## CREAR AUTÓMATAS CELULARES

**FFE** permite crear autómatas celulares basados en el Juego de la Vida o en reglas.

Abre el diseñador de *“Autómatas celulares”* desde el menú *“Ver”* o presionando *“Alt + U”*. Este funciona en modo de pantalla completa, así que **FFE** se maximizará para mejorar la experiencia, y se mostrará el menú *“Autómatas”* para dar acceso a todas las funciones del diseñador.



A continuación, se describen las diferentes funciones disponibles en el menú “Autómatas”:

- **MODO**

Permite cambiar entre el modo “Vida”, “Regla” y “Multiestado”, así como establecer en el autómata una disposición inicial de células activas o cambiar el número de la regla en esa modalidad. Se deberá tener en cuenta que para el modo “Regla” sólo se podrá modificar el estado de la primera fila de la cuadrícula.

Para activar o desactivar células manualmente haz clic en las celdas deseadas. También se pueden activar varias células seguidas haciendo clic y, sin soltar el botón, desplazando el ratón. De la misma, pero presionando además la tecla “Shift”, se pueden desactivar varias células seguidas.

- **TAMAÑO DE CÉLULA**

Permite cambiar el tamaño de la célula, de manera que para un mayor tamaño el número de celdas las que compondrán la cuadrícula será menor y el autómata funcionará a mayor velocidad.

- **FORMA DE LA CÉLULA**

Permite cambiar la forma de la célula entre “Cuadrada” y “Redonda”.

- **COLOREAR LA CUADRÍCULA DE...**

Permite elegir un color predefinido o personalizado para las líneas de la cuadrícula.

- **COLOREAR EL FONDO DE...**

Permite elegir un color predefinido o personalizado para el fondo de la cuadrícula.

- **COLOREAR CÉLULA VIVA DE...**

Permite elegir un color predefinido o personalizado para representar una célula viva.

- COLOREAR ESTELA DE...

Permite colorear la estela que deja una célula con un único color predefinido o personalizado. El color de la célula se irá oscureciendo con el paso del tiempo.

- COLOREAR ESTELA CON LA PALETA...

Permite colorear la estela que deja una célula con los colores de una paleta. El color de la célula irá pasando por los diferentes colores de la paleta con el tiempo.

- INICIAR

Inicia el autómata celular. También se podrá iniciar haciendo clic con el botón derecho del ratón.

- DETENER

Cuando el autómata celular se encuentra en funcionamiento, este comando permite detenerlo. También se puede detener pulsando la tecla "Escape" en el teclado.

- LIMPIAR

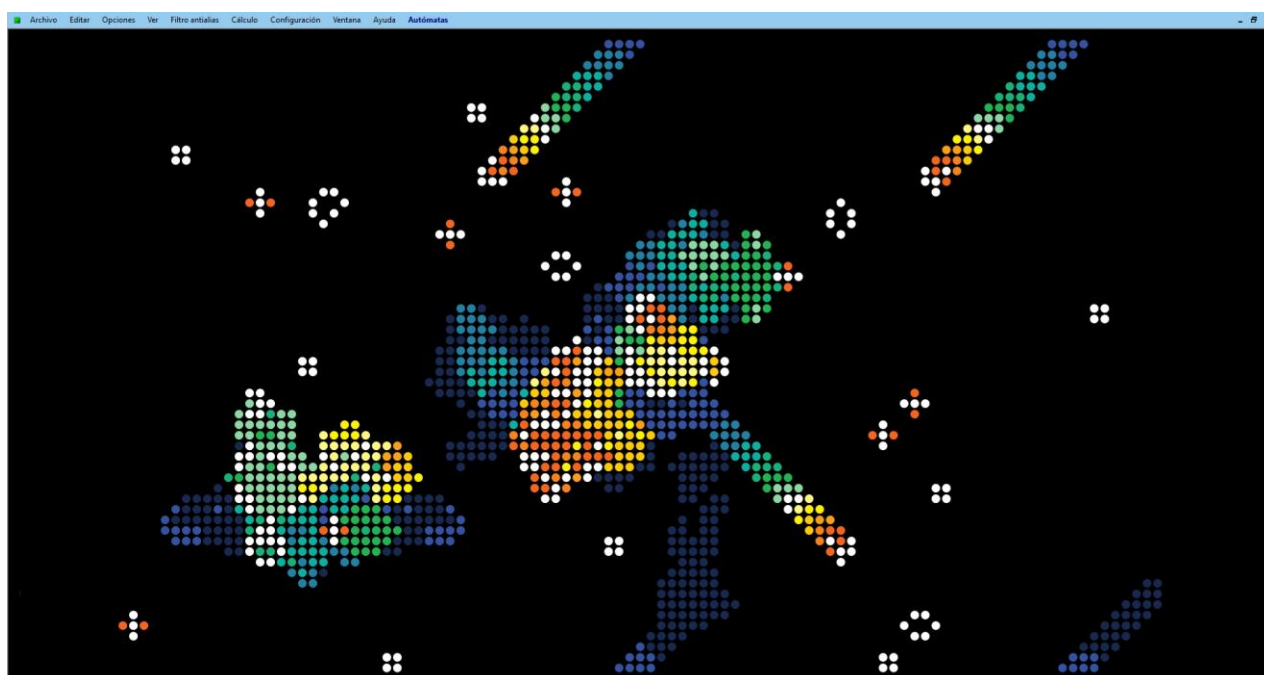
Este comando permite quitar todas las células de la cuadrícula. También se podrán quitar haciendo clic con el botón central del ratón en cualquier lugar de la cuadrícula.

- GUARDAR IMAGEN

Este comando permite guardar en formato de imagen el estado actual del autómata celular.

- GUARDAR CAMBIOS DE IMAGEN

Este comando permite guardar en formato de imagen cualquier cambio que se produzca en el autómata celular durante su funcionamiento.



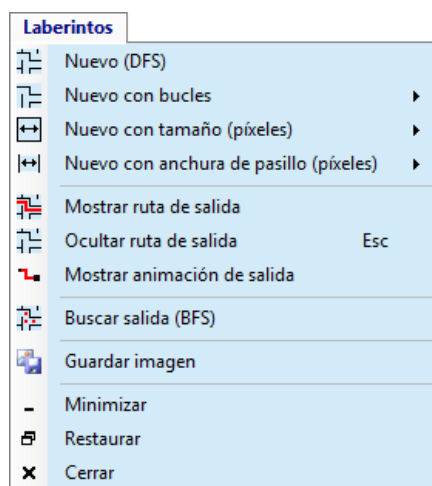
### Saber más...

Cuando un autómata celular se basa en el estado de las células de una línea para generar el estado de la siguiente, como en el modo “Regla”, se dice que es un autómata unidimensional. En cambio, cuando se basa en el estado de las células de todo el plano, como en el Juego de la Vida de Conway, se dice que es un autómata bidimensional. En los autómatas celulares bidimensionales, el plano se extiende infinitamente en todas direcciones, pero en **FFE** se ha optado por usar un plano plegado en forma toroidal, de manera que las estructuras complejas que sobrepasan los límites de la ventana por cualquiera de sus lados aparecen por el lado contrario.

### CREAR LABERINTOS

**FFE** permite crear laberintos aleatorios basados en el algoritmo DFS (Depth-First Search).

Abre el diseñador de “Laberintos” desde el menú “Ver” o presionando “Alt + Z”. Este funciona en modo de pantalla completa, así que **FFE** se maximizará para mejorar la experiencia, y se mostrará el menú “Laberintos” para dar acceso a todas las funciones del diseñador.



A continuación, se describen las diferentes funciones disponibles en el menú “Laberintos”:

- **NUEVO**

Genera un nuevo laberinto aleatorio mediante un algoritmo DFS (Depth-First Search), usando la configuración actual.

- **NUEVO CON BUCLES**

Cambia la configuración de bucles y genera un nuevo laberinto aleatorio. Los bucles se producen al eliminar un porcentaje de paredes.

- **NUEVO CON TAMAÑO**

Cambia la configuración de tamaño y genera un nuevo laberinto aleatorio.

- **NUEVO CON ANCHURA DE PASILLO**

Cambia la configuración de anchura de pasillo y genera un nuevo laberinto aleatorio.

- MOSTRAR RUTA DE SALIDA

Muestra la ruta de salida del laberinto actual.

- OCULTAR RUTA DE SALIDA

Ocultar la ruta de salida del laberinto actual.

- MOSTRAR ANIMACIÓN DE SALIDA

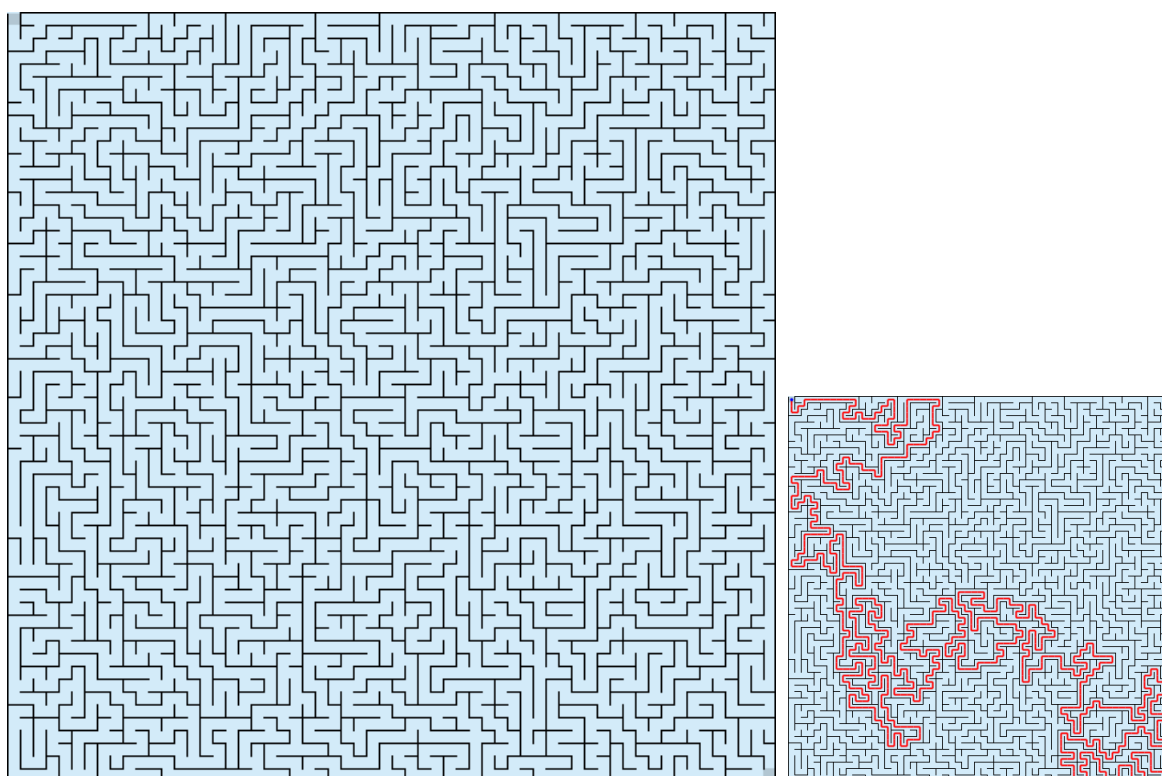
Muestra una animación de cómo se recorre la ruta de salida del laberinto actual.

- BUSCAR SALIDA

Busca la salida mediante un algoritmo BFS (Breadth-First Search), sin conocer la ruta de salida.

- GUARDAR IMAGEN

Este comando permite guardar en formato de imagen el laberinto actual.



### Saber más...

Los algoritmos “*Depth-First Search (DFS)*” y “*Breadth-First Search (BFS)*” se emplean en el diseño de videojuegos, en inteligencia artificial (para evaluar algoritmos de búsqueda y toma de decisiones), o incluso en biología computacional, donde los modelos de laberintos sirven para simular el movimiento de moléculas en entornos con obstáculos.

### CONSEJOS

Para aprovechar **FFE** al máximo obtén información actualizada y consejos de uso en [www.fractalfun.es](http://www.fractalfun.es).

