

## IMÁGENES VIVAS E INTELIGENTES: Un primer acercamiento al uso de la imágenes como fuentes de datos en conjunción con algoritmos genéticos

Daniel Loaiza / cohl.daniel@gmail.com

Emiliano Causa / emiliano.causa@gmail.com

Gerardo Sanchez Olguin / gas\_ol@yahoo.com.ar

Laboratorio de Investigación y Experimentación en nuevas interfaces para el arte (EmmeLab), Facultad de Bellas Artes Universidad Nacional de La Plata, Argentina

### Resumen

Este trabajo fue desarrollado en el marco de la beca estímulo a las vocaciones científicas otorgada por el consejo interuniversitario nacional, bajo la dirección de Emiliano Causa y co-dirección de Gerardo Sánchez Olguín y como parte del proyecto Big Data y Visualización de Datos: poéticas emergentes en el Campo del Arte, el Diseño y la Comunicación dirigido por Andrea Sosa.

Se va a exponer el desarrollo de una aplicación que permite generar imágenes a partir de la mezcla de características de dos imágenes que figuran dentro del algoritmo como los padres de la nueva imagen.

En este software se observarán algunas cualidades de los algoritmos genéticos como herramienta para la producción artística, así como los procesos y criterios que se usaron en este caso para descomponer a la imagen en datos.

### Algoritmo genético

Algoritmos generalmente usados para resolver problemas donde la cantidad de posibles respuestas es virtualmente infinita y encontrar la respuesta correcta mediante fuerza bruta (revisar todas las respuestas posibles) tomaría demasiado tiempo. Por ejemplo si queremos adivinar un número, la cantidad posible de respuestas es infinita ¿es cero, es diez, es cien?. Un algoritmo genético permite aproximarse al número correcto cambiando la respuesta y viendo como cada nueva respuesta se adapta a las condiciones. Por ejemplo si decimos cuarenta y nuestra respuesta está lejos y decimos cinco y nuestra respuesta está cerca sabemos que el número que queremos es menor a cuarenta (Shiffman, 2010).

El algoritmo genético funciona codificando información que representa a la respuesta posible, por ejemplo si queremos adivinar una frase, nuestro paquete de información podría ser una lista de palabras. Este paquete de información es llamado gen y va a ser heredado por una nueva criatura. Una criatura puede tener varios genes, al conjunto de genes vamos a llamar cromosoma. Un organismo puede tener uno o más cromosomas, con el objetivo de organizar la herencia de información maneras distintas.

La nueva criatura va a heredar la mitad de un paquete de información de una criatura y la mitad de otra mezclándolas con el objetivo de conseguir un gen superador, que se acerque más a la respuesta correcta, a este proceso llamamos **crossover**. Las dos criaturas que actúan como padres son escogidas en función de qué tan cercano es su gen al gen que corresponde a la respuesta correcta, este proceso es llamado **selección**. Por ejemplo si queremos adivinar la frase "Escribió un paper" y tenemos dos criaturas una con la lista "Escribo, Casa, Paper" y otro con la lista "Tengo un cachorro" la primera criatura tiene más posibilidades de ser escogida por que posee mayor cantidad de elementos en común con la frase a la que queremos llegar. Esta variable que mide qué tan cercano es un gen al que queremos llegar se denomina aptitud (Mitchell 1996).

Para expandir conceptos y conocimiento en relación a los algoritmos genéticos y su uso en el arte sugerimos como lectura el capítulo nueve de de el libro "Nature of code" de Daniel

Shiffman y el artículo "Los Algoritmos Genéticos y su Aplicación al Arte Generativo" de Emiliano Causa.

## El Software



Interfaz inicial del software

En la imagen previa se observa la interfaz del software, el mismo permite calificar una set de 30 imágenes correspondientes a imágenes de pinturas de dominio público, obtenidas del repositorio de acceso público y gratuito de [NGA images](#), de la "National Gallery of Art". Tras haber calificado las imágenes con cualquier criterio que el usuario haya usado, un algoritmo genético procede a mezclar las imágenes generando un nuevo set de treinta imágenes que son hijas de las imágenes previas, por lo cual han mezclado sus rasgos y empiezan a predominar los rasgos que el usuario encuentre más apropiados según el criterio que haya decidido tomar al momento de calificar las imágenes.

## Rasgos - Datos

Al querer fusionar dos imágenes para generar una imagen nueva, inmediatamente nos vemos frente a la problemática de qué tomar de una imagen y qué tomar de otra, es decir cuáles son los rasgos que vamos a extraer de una imagen y cuales son los rasgos que vamos a extraer de otra. La respuesta en función del objetivo del proceso, en este caso el objetivo es una creación estética, por lo tanto el criterio que deberíamos atender al separar una imagen en rasgos consiste en extraer los rasgos que sean más significativos en términos perceptivos y discursivos. Con esto queremos decir dos cosas primero que el rasgo tiene que aportar sentido a la obra en cuestión y segundo que al variar ligeramente ese parámetro el comportamiento de la imagen puede cambiar totalmente.

Para entender mejor esto vamos a atender dos ejemplo uno correcto y uno incorrecto de a qué nos referimos en este artículo con rasgos perceptivos y discursivos.

El valor rojo, verde y azul de los pixels de una imagen, por ejemplo, son valores que no constituyen rasgos perceptivos-discursivos para la imagen. Si alteramos por ejemplo un píxel de la imagen sin importar la ubicación de este es muy poco probable que la lectura que podamos hacer de la imagen se vea afectada. No podríamos decir que ese valor aporta

sentido, es constitutivo de la imagen, es un rasgo que no cambia la percepción humana de la imagen drásticamente.

Por otra parte veamos el ejemplo de la paleta de color de una imagen, este es un rasgo que incorpora sentido a la imagen, pensemos en una fotografía con una iluminación fría y otro con la misma composición pero en una iluminación cálida, la colorimetría genera ambientes y lecturas totalmente distintos.

Atendiendo a estas características en los rasgos extraídos vamos a centrarnos en características que cumplan funciones discursivas, esto a sabiendas de que lo que aporta el valor discursivo son las decisiones compositivas del artista con respecto al *espacio ficticio* que desarrolla dentro de la imagen (Belinche, Ciafardo 2015), por esa razón escogemos tres rasgos que son siempre decisiones importante en el proceso compositivo: paleta de color, clave tonal y formas o estructuras en la imagen.

Teniendo en mente los rasgos que necesitamos nos enfrentamos a una nueva problemática, sabemos que estas características existen en la imagen, pero ahora necesitamos extraerlas, procesar la imagen y convertirla en datos.

**La Paleta de Color:** Para extraer la paleta de color vamos hacer una revisión pixel a pixel de la imagen, evaluando el color de cada uno, y creando un lista de cuan frecuente es cada uno de esos colores de esta forma vamos a tener una lista ordenada por cantidad de los colores que usa la imagen, esta lista va a ser nuestra paleta de colores.

Hay que aclarar a qué nos referimos con “color”, cada uno de los pixeles de una imagen digital puede ser descompuesto en tres valores, uno para rojo otro para verde y uno para azul, pero podemos usar estos tres valores para determinar el color en valores de tonalidad y saturación, para nosotros la paleta de color va a estar compuesta justamente de las listas de las tonalidad y saturaciones más usadas en la imagen.

Ahora que tenemos las listas de los colores más usados debemos saber para el color de cada pixel en la imagen a qué posición en las listas corresponden, para lo cual vamos a crear mapas que codifican esa distribución. Finalmente el resultado que obtendremos será una lista de tonalidades, una de saturaciones y dos mapas que codifiquen la distribución de los valores de esas listas.

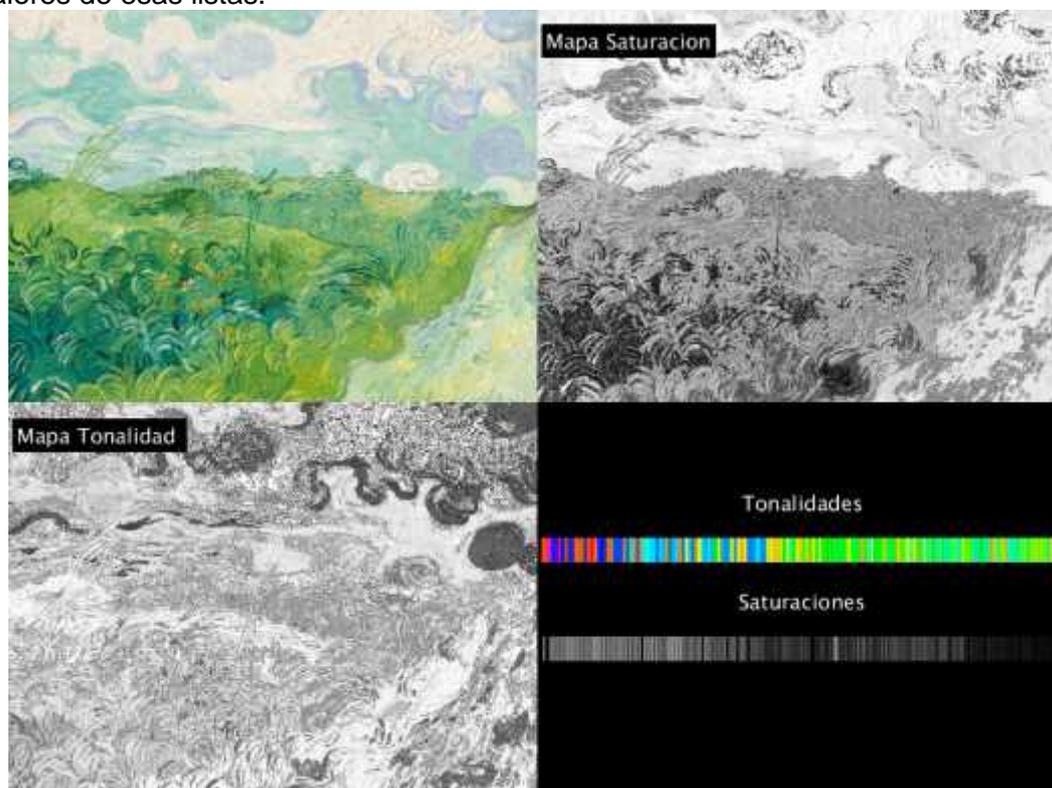


Ilustración los mapas de tonalidad y saturación acompañados de las listas correspondientes

Estas listas y mapas podemos guardarlos en arreglos y matrices en cualquier lenguaje de programación, forma de datos para usarlos en nuestro algoritmo genético.

**La Clave Tonal:** Ahora con la clave tonal vamos a proceder de una forma similar, sin embargo hay una importante diferencia, vamos a considerar que en una imagen la clave tonal está dada por la concepción con respecto al funcionamiento de la luz que tenemos como seres humanos por nuestra experiencia diaria, aun cuando en una imagen no existe la idea de luz o iluminación podemos determinar un caso hipotético de cómo está siendo iluminada la pieza, por esta razón lo que nos importa extraer al referirnos de la clave tonal es la composición de la luz en la imagen. Para lo cual vamos a tomar el píxel más iluminado de la imagen y el menos iluminado, si estos puntos se corresponden a los valores de blanco y negro sabemos que la clave tonal es una clave mayor, caso contrario es una clave menor. Segundo vamos a determinar un valor promedio de toda la iluminación en la imagen, básicamente haciendo un promedio del brillo de todos los pixels. Si el punto promedio está a la mitad del rango de brillo es una clave media, de lo contrario será alta o baja según hacia dónde se aleje la clave.

Finalmente debemos crear un mapa para conservar la posición en el rango de iluminación obtenido para cada pixel de la imagen, sin embargo este mapa va a tomar como punto máximo no el punto máximo de iluminación posible, sino el punto máximo de iluminación que exista en la imagen, de igual forma con el mínimo y el valor intermedio va a ser el promedio, estos como vemos son los valores que obtuvimos previamente.

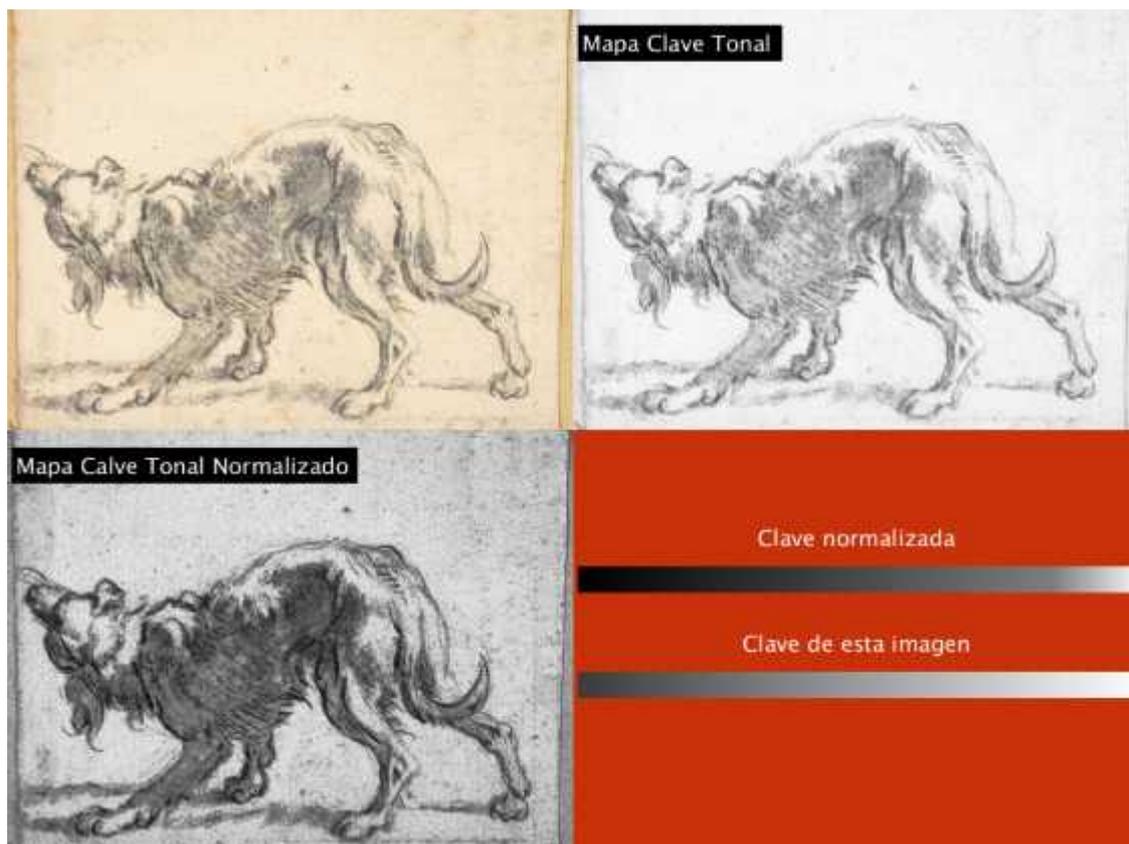


Ilustración la clave tonal de la imagen

Como observamos en la ilustración previa, existe un mapa de clave tonal normalizado, esto es porque los valores de los mapas, tanto de color como clave tonal van a tener que estar normalizados, es decir sus valores tienen que ubicarse entre cero y uno o entre menos uno y uno en el caso de la clave tonal, esto permite conservar la integridad estructural de la imagen independientemente de la cantidad de colores diferentes que tenga una imagen, por

ejemplo si una imagen tiene siete colores y otra cuarenta, no queremos que la cuando la imagen de siete tome la paleta de la de cuarenta aplique sólo los siete colores más frecuentes de la de cuarenta, sino que distribuya los cuarenta en todo el mapa, por esta razón usamos mapas normalizados.

**Estructuras presentes en la imagen:** Finalmente el último rasgo que vamos a extraer de las imágenes corresponden a formas o estructuras dentro de la imagen, para hacer esto tenemos que delimitar los contornos de estas formas, existen varios algoritmos que permiten hacer esto, la mayoría toma como criterio el brillo de los píxeles para diferenciarlos unos de otros y encontrar bordes. En este caso en concreto vamos a usar el algoritmo de "edge detection" de la librería de procesamiento de imagen OpenCV. El algoritmo devuelve una serie de contornos presentes en la imagen, los cuales usamos para delimitar las estructuras que existen. Tomamos las tres estructuras más predominantes de la imagen y formamos con ellas otras tres imágenes de las mismas dimensiones que la imagen original pero con todos los píxeles que no corresponden a la estructura dentro del contorno invisibles.

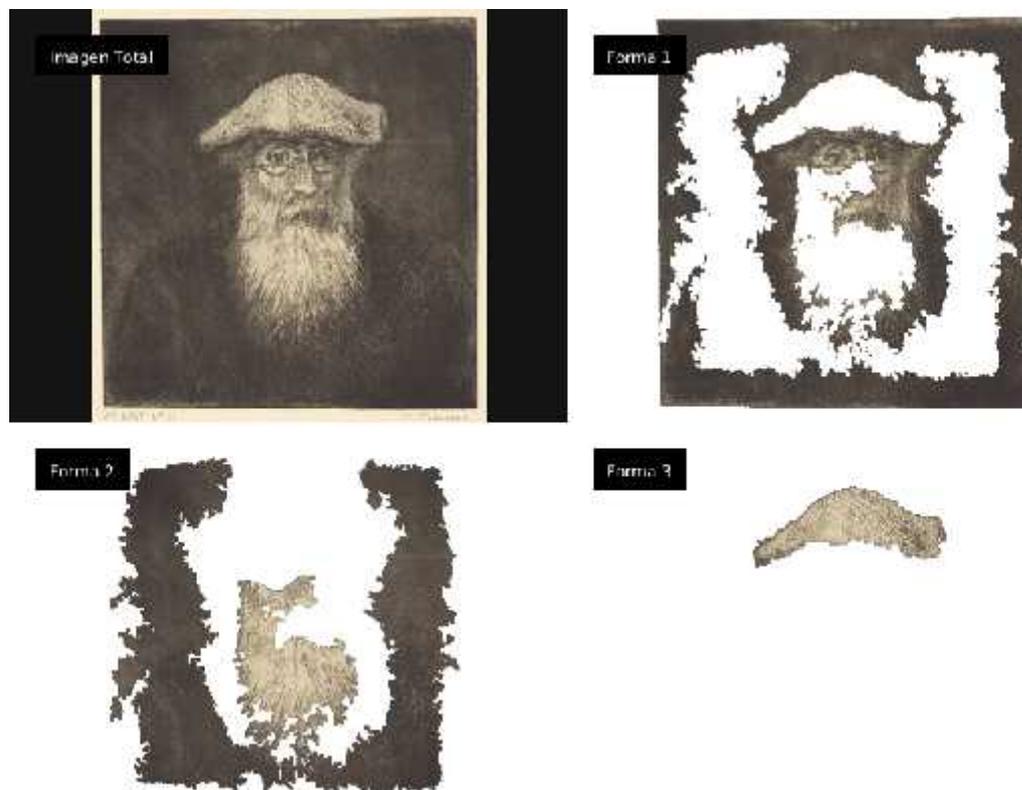


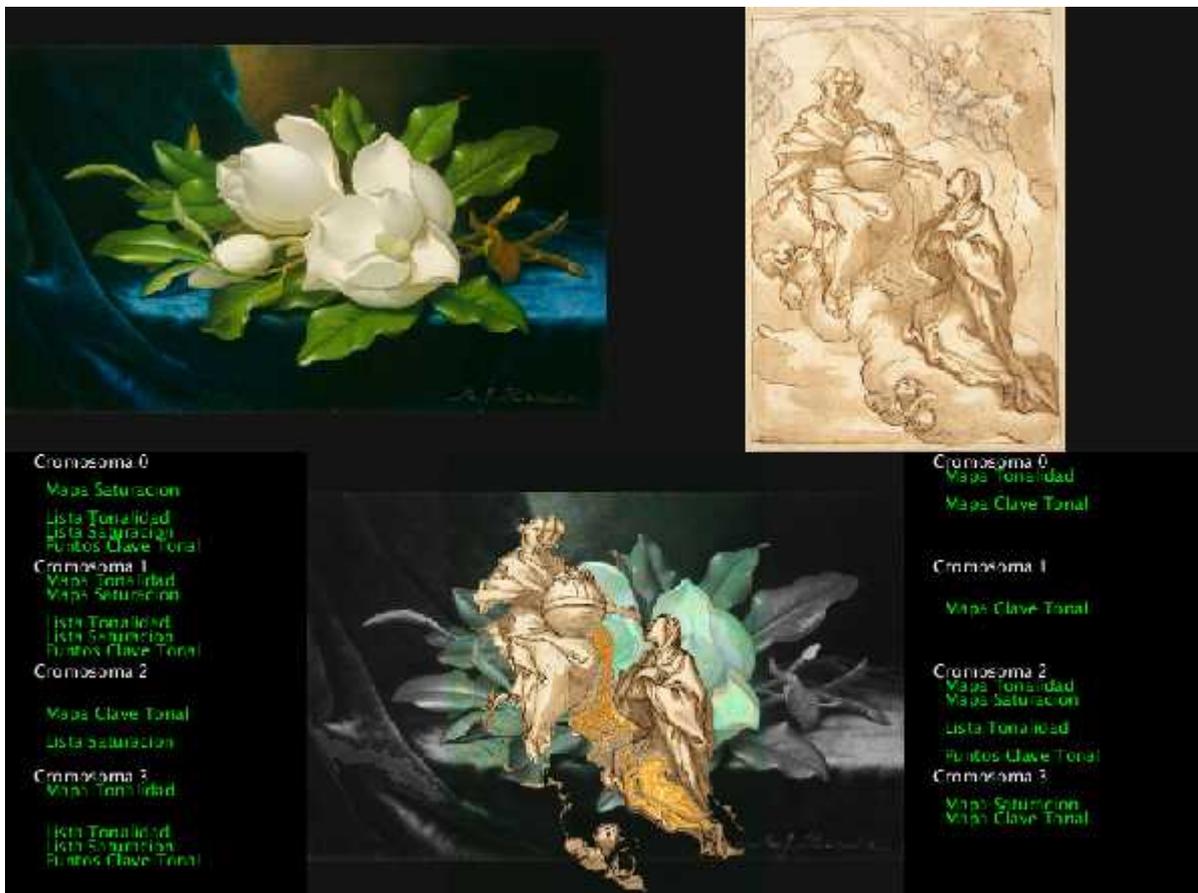
Imagen original y estructuras detectadas por diferencia de brillo

## El algoritmo implementado

Finalmente nos queda implementar nuestro algoritmo de mezcla de las imágenes, para lo cuales debemos codificar la información que hemos logrado almacenar como datos en paquetes que se corresponden a nuestros genes. Lo vamos a hacer de la siguiente forma, las estructuras que detectamos en la imagen van a corresponderse a un cromosoma cada una y la imagen original va a ser otro cromosoma, para un total de cuatro. Cada cromosoma vas a tener los siguientes seis genes:

- lista de tonalidad en orden de uso,
- lista de saturaciones en orden de uso,
- puntos de mayor, menor y promedio de iluminación (clave tonal)
- mapa de la distribución de tonalidad
- mapa de la distribución de la saturación
- mapa de la distribución de la clave tonal

Finalmente para la mezcla de dos criaturas lo que debemos hacer es tomar cada uno de los cromosomas y combinar sus genes tomando al azar algunos genes de una criatura y algunos de la otra tal como se muestra en la siguiente ilustración.



Mezcla de los genes de cada imagen

## Conclusiones

Sobre los algoritmos genéticos en el arte: Los algoritmos genéticos son parte de la familia de algoritmos de inteligencia artificial, por lo tanto su potencialidad tanto pedagógica como productiva en el arte y otras áreas es muy grande y a un costo muy bajo, hablando del hardware y conocimiento necesario para iniciarse, los requerimientos para empezar a ensayar ideas propias es mínimo, notablemente inferior a otras técnicas de inteligencia artificial como las redes neuronales.

Cabe destacar que cuando nos referimos al arte nos referimos a todo tipo de manifestaciones artísticas, en este caso particular hemos realizado aplicaciones en imágenes digitales, pero podría realizarse en sonido o en producciones audiovisuales.

Sobre el uso de los rasgos de una imagen como datos: tener como objeto inicial de trabajo imágenes ya configuradas implica una problemática totalmente distinta al abordar el trabajo, es casi lo contrario a lo que se espera de un proceso de composición. Es más bien un proceso de descomponer la “cosa” en los segmentos que van a ser reconstituidos en algo nuevo y es sumamente importante que estos segmentos cumplan funciones perceptivas y comunicativas, de lo contrario lo único que quedaría es el azar. Por esta razón al trabajar con información en arte es muy importante pensar al dato como una materialidad, al final lo que un algoritmo genético comparte son datos.

### **Bibliografía**

Mitchell, Melanie (1996). *An Introduction to Genetic Algorithms*. Cambridge, MA: MIT Press. ISBN 9780585030944.

Causa, Emiliano (2011) Los Algoritmos Genéticos y su Aplicación al Arte Generativo.

Shiffman, Daniel (2012) The nature of code <https://natureofcode.com/book/chapter-9-the-evolution-of-code/>

Mariel Ciafardo, Daniel Belinche (2015) El espacio y el arte.

Sean, Luke (2013) Essentials of Metaheuristics.

Sims, Karl (1991) “Artificial Evolution for Computer Graphics”, Computer Graphics, Vol.25