

Arte y tecnología: Implementación de la máquina estética de Manuel Felguérez en un lenguaje moderno.

Hugo Erhubey Quintana Ledesma^{*1}, Hugo Alberto González Uribe^{**2}, Fátima Aradid Castañeda Gutiérrez^{*3}, Angel Daniela Hernández Torres^{*4}, Luis Gerardo López Beltrán^{*5}, Monserrat Guadalupe Montalvo Vázquez^{*6}, Rocío Alfonsina Lizárraga Morales^{**7}, Dr. Uriel Haile Hernández Belmonte^{**8}

* Licenciatura en Artes Digitales, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.

**Departamento de Arte y Empresa, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.

he.quintanaledesma@ugto.mx¹, ha.gonzalezuribe@ugto.mx², fa.castanedagutierrez@ugto.mx³, ad.hernandeztorres@ugto.mx⁴, lg.lopezbeltran@ugto.mx⁵, mg.montalvovazquez@ugto.mx⁶, ra.lizarragamorales@ugto.mx⁷, uh.hernandez@ugto.mx⁸.

Resumen

Manuel Felguérez es uno de los artistas conceptuales más importantes de México, su obra fue influenciada ampliamente por la escuela europea y causó gran polémica en territorio nacional por su nivel de abstracción poco usual en el arte mexicano de la década de los setenta. La Máquina Estética es una obra de arte generativo, desarrollada por Felguérez y el ingeniero Mayer Sasson durante su estancia en Harvard en 1975. En esta investigación se realizó un análisis de La Máquina Estética, desde los detalles de implementación técnica, las reglas para la construcción de cada obra, hasta las figuras geométricas que la componen. A partir de este análisis, se realizó una reinterpretación de La Máquina Estética en un lenguaje de programación moderno. Se propusieron dos reinterpretaciones diferentes de las cuales se realizó un análisis cualitativo.

Palabras clave: Felguérez, arte generativo, reinterpretación, arte digital, Processing.

Introducción

El arte generativo es una rama muy extensa y compleja del arte. Muchas veces se entiende y estudia como *arte digital* o *arte por computadora*, sin embargo, el arte generativo no requiere de la tecnología para existir. Una de las teorías más citadas sobre el arte generativo es la propuesta por Philip Galanter (2003), quien en su artículo *What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory*, define el arte generativo como:

El Arte Generativo se refiere a cualquier práctica artística que use un sistema, tal como, un conjunto en un lenguaje natural, un programa de computadora, una máquina o cualquier otro proceso, que este dotado de cierto grado de autonomía que lleve a un trabajo artístico completo.

A pesar de la enorme diversidad que existe en esta área de estudio del arte, en esta investigación nos enfocaremos en el arte generativo que utiliza la computadora como herramienta de creación. Como mencionamos anteriormente, Felguérez desarrolló una obra de arte generativo a través de un programa computacional al que llamó: La Máquina Estética (Felguérez & Sasson, 1983). Dicha pieza no sólo era el programa, sino una serie de instrucciones que permitían a una máquina dibujar con un bolígrafo y el concepto de la obra que afirma una dualidad y no una exclusividad entre el arte y la tecnología.

Para 1970 las computadoras eran utilizadas mayormente en las áreas relacionadas a la ingeniería, tecnología y ciencias. Parecía imposible la posibilidad de crear arte a través de estas herramientas. A pesar de su gran interés por las máquinas y las computadoras, Manuel Felguérez comprendió que su área de experiencia radicaba en las artes plásticas. Con el respaldo del ingeniero Mayer Sasson y de la empresa eléctrica American Electric Power, decidió comenzar su investigación del arte por computadora que pasaría a ser conocido como arte generativo.

El arte generativo se rige por un sistema de reglas o procesos para poder generar a una obra final. La Máquina Estética fue programada utilizando el lenguaje Fortran, un lenguaje desarrollado por IBM en 1957, para facilitar el cálculo numérico y la computación científica. A pesar de ser un lenguaje de suma importancia en el mundo de la ingeniería y la investigación, los avances en las ciencias de la computación nos han brindado lenguajes de programación modernos que optimizan diversas funciones gráficas y facilita la lógica. En esta investigación como ya se mencionó, uno de los objetivos principales es reinterpretar la Máquina Estética en un lenguaje de programación moderno.

Una de las reinterpretaciones más conocidas de La Máquina Estética de Felguérez y Sasson es La Máquina Distópica desarrollada por Verónica Gerber Bicecci, Canek Zapata y Carlos Bergen (Gerber, V. Zapata, C. & Bergen, C. 2018). En la Figura 1 se presentan algunos resultados de la Máquina Distópica. Esta reinterpretación ofrece la posibilidad al usuario de modificar tres parámetros distintos e incorpora el uso de texturas y texto que se puede modificar de manera automática a través del programa:

- Indicador temporal. La visualización del año 2018 al 2699. Esta parte determina cuantas figuras se usarán en la composición (de 4 a 16) respetando las reglas planteadas en La Máquina Estética.
- Indicador de contaminación. Este parámetro es el que decide que textura usar, las cuales son imágenes obtenidas por microscopio de muestras de agua contaminada por metales pesado. Las variaciones van del 0 al 100 % de contaminación.
- Indicador de sustitución del trabajo humano. Este elemento y determina la sustitución de cero, uno, dos o tres sustantivos de la obra poética de Amparo Dávila por un vocabulario empresarial, laboral y ambiental.

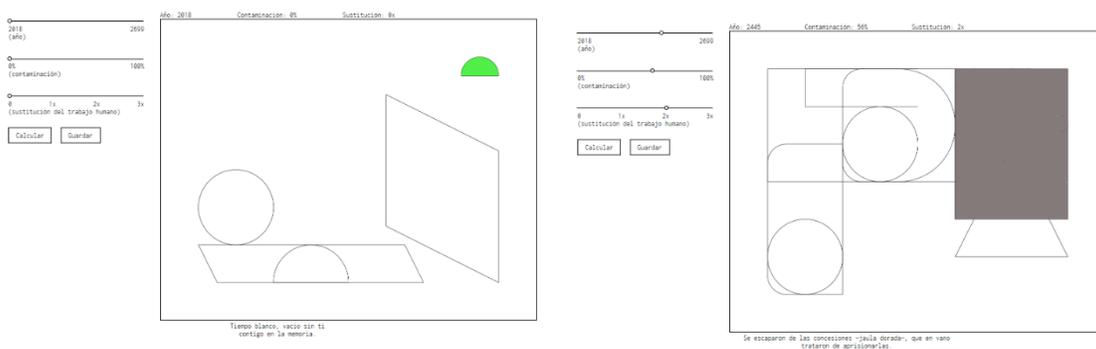


Figura 1. Resultados de La Máquina Distópica (Gerber, V. Zapata, C. & Bergen, C., 2020).

A pesar de los avances en las reinterpretaciones de La Máquina Estética, el arte digital y el arte generativo han sido una rama de estudio de mucho interés, no sólo para los artistas, sino para los ingenieros y científicos dedicados a la tecnología y a la computación (Processing, 2021), por lo que en los últimos 20 años se han creado diversos programas de computadora que permiten a los artistas incursionar en el mundo del arte digital y el arte generativo como Pure Data (Pure Data, 2021), un programa desarrollado para la manipulación de audio en tiempo real a través de una simulación digital de una consola y como ya mencionamos Processing, un lenguaje diseñado para crear obras de arte visual por medio de programación donde se puedan manipular texto, color, figuras, cuerpos geométricos, texturas, entre otras herramientas.

En este artículo se proponen dos reinterpretaciones de La Máquina Estética de Manuel Felguérez, en un lenguaje de programación moderno a las que llamamos: La Fábrica Estética y La Máquina Cromática. Estas obras son exploraciones en el lenguaje Processing, utilizando las mismas reglas de composición que Felguérez, añadiendo el uso de texturas, color y concepto. La importancia y el aporte de esta investigación es explotar el uso de los programas de Software Libre para crear interés en los futuros artistas de explorar e investigar la tecnología y las máquinas para desarrollar obras con alcances que no podemos imaginar. Se decidió utilizar Processing por la naturaleza del lenguaje y la interfaz de desarrollo, pues, fue creado para la producción de arte a partir de la programación. Processing tiene diversas funciones que facilitan la programación orientada a objetos. Además, permite utilizar de forma sencilla imágenes externas, animaciones, videos, audio y más elementos audiovisuales.

Metodología

Nuestra investigación comenzó estudiando detalladamente el funcionamiento del código original de La Máquina Estética y el de La Máquina Distópica para encontrar la lógica matemática para crear las figuras de cada composición. El programa de La Máquina Estética consideraba las siguientes reglas e instrucciones:

- Cada diseño debía estar contenido en un formato de 6 x 8 unidades.
- Cada uno de los cuatro márgenes invisibles del rectángulo que contiene la forma, será tocado al menos uno de los elementos gráficos simples de la composición.

Las figuras geométricas que propuso Felguérez y sus características específicas tenían una justificación artística. A pesar de la sencillez de las figuras geométricas sobre un lienzo, hay reglas de composición que un artista no puede ignorar. Cada obra debía tener las siguiente figuras e instrucciones:

- Rectángulo, ya sea vertical, horizontal o formando un cuadrado
- Círculo.
- Triángulo Isósceles. Siempre hacía arriba.
- Medio círculo en cuatro posiciones, arriba, abajo, derecha o izquierda.
- La suma de un rectángulo y un medio círculo en cuatro posiciones, arriba, abajo, derecha o izquierda.
- Rectángulo con dos ángulos romos en $\frac{1}{4}$ de círculo en cuatro posiciones, arriba, abajo, derecha o izquierda.
- Rombo con paralelas verticales y diagonales equivalentes a $\frac{1}{2}$ de triángulo isósceles.
- Rombo con paralelas horizontales y diagonales equivalentes a $\frac{1}{2}$ de triángulo isósceles.

La obra no sólo se basaba en la funcionalidad de generación de imágenes, sino que cada una debía tener equilibrio. Las formas usadas por Felguérez y cada una de sus características permitían que cada composición, a pesar de ser aleatoria, no perdiera sus propiedades estéticas. La consecuencia lógica de esta restricción es que la descripción de una obra está basada en la clase de elementos, en la posición y las mismas dimensiones, no solo fijando elementos en el espacio, sino que, a través de estas descripciones, se transmitía la información del equilibrio estético propio de una obra de arte visual.

Se lograron crear dos reinterpretaciones diferentes de La Máquina Estética:

- **La Fábrica Estética.** Una obra basada en las reglas establecidas por Feguérez, con un concepto artístico que critica la industrialización y el capitalismo descontrolado, como afecta al planeta y las repercusiones que tiene en nuestra sociedad.
- **La Máquina Cromática.** Esta obra modifica las reglas de Felguérez, sin perder el valor estético y las reglas de composición artística, además nos brinda un acercamiento sobre la generación automática de paletas de colores que a pesar de aleatoriedad cumplen con las reglas de la teoría del color.

Cada una de estas obras tuvo un acercamiento diferente, ambas inspiradas en las mismas obras, pero, con reescrituras diferentes que aportan algo nuevo al arte generativo por computadora.

La Fábrica Estética

Una de las obras que resultaron de esta investigación fue La Fábrica Estética. En esta obra se respetaron los principios establecidos por Felguérez, ocho figuras diferentes con indicaciones específicas de posición y tamaño en un lienzo de 6 x 8 unidades. Cada una de las figuras usadas en la obra, se crearon utilizando las funciones `beginShape()` y `closeShape()`, incluidas en el lenguaje Processing, las cuales, calculan y unen las distancias entre las coordenadas de cada una de las aristas que componen la figura geométrica y las posiciones que puede tomar cada una de ellas. Se toma en cuenta en la creación de las figuras que los triángulos sólo pueden ser isósceles y apuntando hacia arriba. Para las curvas se utilizaron las funciones de funciones trigonométricas en figuras que combinaban rectas y curvas con el rectángulo con esquinas redondeadas y la unión de un medio círculo con un rectángulo.

Se diseñó un espacio 2D para limitar el lienzo donde se generarían las composiciones, por lo que se creó una retícula digital, con las medidas de 6 x 8 unidades. Básicamente es un plano cartesiano dentro de la ventana de Processing donde se ejecuta el programa y se muestra la obra. (ver Figura 2)

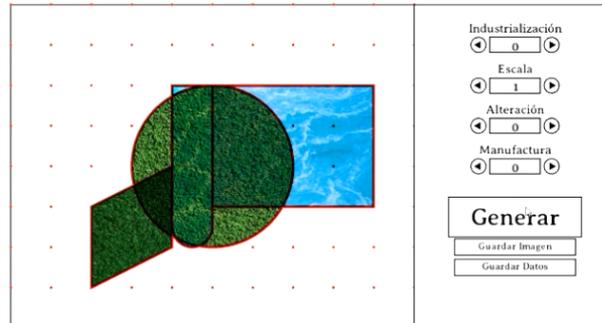


Figura 2. Visualización de la retícula 2D.

Una vez generadas las figuras dentro del lienzo y con la posibilidad de dibujarse en las posiciones establecidas, el programa debía ser capaz de definir los límites donde podrían aparecer las figuras, dentro de la retícula ya establecida. Se logró que el programa decidiera primero el tamaño aleatorio de cada figura y en base a esas medidas, el programa después decidiría la mejor posición dentro de la retícula para generarse según el tamaño seleccionado.

Se utilizó la biblioteca de texturas en el programa, como parte del concepto de la obra. Esto se decidió retomando un poco los discursos de Felguérez, acerca de la industrialización, las máquinas y los residuos que generan, etc. Queremos visibilizar como la industrialización desenfrenada altera todos los aspectos de la vida y existencia en la Tierra, explotación de recursos naturales, destrucción de la naturaleza, consumismo desenfrenado e irresponsable. Básicamente una crítica al capitalismo y la industrialización irresponsable, no sólo por parte del consumidor, sino por las empresas que no regulan la creación de sus productos en beneficio y cuidado del planeta.

A través de los parámetros modificables de la obra se controla un aspecto diferente del proceso de industrialización y consumo. Los cuales se busca brindar cierto grado de autonomía en la interpretación de la obra y elevar el nivel de reflexión que se puede lograr con cada alteración de los parámetros: (Figura 3)

- Industrialización. 5 niveles (0 al 4). Cada nivel se refiere a una década a partir de 1980 al 2020 y el aumento en el nivel de industrialización en el mundo. Dentro del programa este parámetro es el encargado de elegir las texturas que se verán dentro de cada figura.
- Escala. 3 niveles (1 al 3). Aquí nos referimos al grado de producción de las empresas. En el programa este parámetro es el que regula la cantidad de figuras que aparecen dentro del lienzo. El mínimo son cuatro figuras y dependiendo del nivel seleccionado se multiplica el número mínimo de figuras por el nivel seleccionado.
- Alteración. 4 niveles (0 al 3). La Alteración se refiere las implicaciones no sólo visuales del caos creado por la industrialización y la representación por computadora con el programa, sino las implicaciones psicológicas y sociales que trae la industrialización y el capitalismo descontrolado. Este parámetro controla como interactúan la superposición de las figuras, entre más alto el nivel de alteración, mayor será la acumulación de pixeles entre las figuras y dificultará la lectura de la composición.
- Desechabilidad. Esta referencia a la Modernidad Líquida de Zygmunt Bauman (2005), es una teoría de comportamiento de masas que nos dice que el hombre del siglo XXI tiene la imperiosa necesidad de renovar y cambiar las cosas de manera rápida y constante. Esta función controla el tiempo que tarda en generarse una nueva obra dentro del lienzo, también brinda la posibilidad de que el espectador detenga este parámetro para poder apreciar cada obra a su propio ritmo.

- Además de contar con las opciones de guardar alguna composición del agrado del usuario, guardar los datos de cada composición como las figuras usadas, su posición, las texturas usadas, etc.



Figura3. Interfaz de la obra La Fábrica Estética.

A pesar de todos los elementos que pueden alterar el aspecto de cada pieza e incluso dificultar su lectura, las reglas de composición ayudan a que cada una sea generada desde el equilibrio visual y la estética establecida por Felguérez. (Figuras 3 y 4)

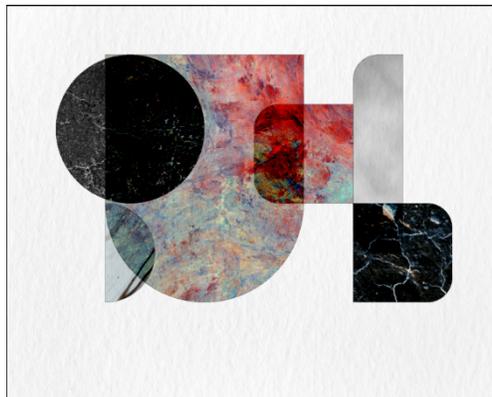


Figura 3. Resultado de la función Guardar con un nivel de Alteración 2.

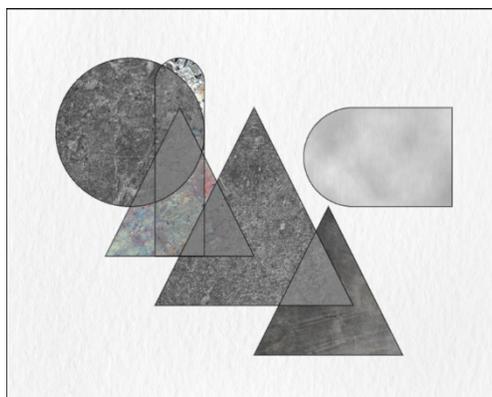


Figura 4. Resultado de la función Guardar con un nivel de Industrialización 4.

La Máquina Cromática

La siguiente reinterpretación del proyecto La Máquina Estética es La Máquina Cromática. Este proyecto se enfocó a la exploración de la estética de las paletas de color y las reglas establecidas por Felguérez y Sasson. Por ello se incluyen más figuras que las originales y permite una mayor libertad de posiciones en cada una de ellas.

No sólo se usa el triángulo isósceles, también el triángulo rectángulo y el escaleno. Se decidió usarlos para brindar mayor dinamismo entre las composiciones posibles. Se estudiaron las propiedades estéticas al usar estos triángulos y aunque generan mayor ruido visual se complementa con los colores (que analizaremos más adelante) y la superposición de las diferentes figuras en diferentes posiciones.

Cómo parte de la reinterpretación de la obra original, se agregó una limitante a la aleatoriedad de la generación de figuras, pues una misma forma no se puede repetir más de tres veces; esta instrucción no existe en ninguna de las interpretaciones anteriores, pero es de suma importancia para mantener el equilibrio de las imágenes, pues con las figuras nuevas que permite usar esta obra necesitaba reajustarse este parámetro.

Adicionalmente, una de las aportaciones más importantes de esta obra es la generación de paletas de color aleatorias y automáticas para la creación de cada imagen. Inicialmente, el programa elige un primer color de manera aleatoria dentro de todo el espacio posible, enseguida elige el esquema de color que se usará en la composición, (análogos, complementarios, triada, etc.). Posteriormente, elige un color secundario, a partir de estos dos colores y el esquema de color se creará una ecuación aleatoria que calculará las variaciones de brillo y saturación posibles para cada tonalidad.

Al obtener el color principal y el de fondo, se mide la distancia que existe entre ambos, como la base y la altura de un triángulo rectángulo. Posteriormente el programa crea una curva con todas las tonalidades posibles y elige cinco de ellas de manera aleatoria, obteniendo una paleta de colores nueva en cada iteración con una base en la trigonometría. La naturaleza aleatoria no impide que los colores sean armónicos y estéticos porque se basa completamente en los principios de la teoría del color. Sin embargo, para que sea un contraste mayor entre tono y tono, si el programa detecta que la separación entre los dos primeros colores es menor a 50% recalcula de forma automática todo el proceso, esto permite que los colores no se pierdan el uno con el otro.

Sin dejar de lado la naturaleza de arte conceptual de cada obra, La Máquina Cromática tiene un discurso inspirado en el pensamiento de Roland Barthes (1968) sobre *La Muerte del Autor*, que habla sobre la teoría de que el artista pierde el control de su obra una vez que es terminada, pues, el espectador podría interpretar los más profundos sentimientos del autor de una manera completamente distinta. En estas obras de arte generativo, como lo mencionamos anteriormente con La Fábrica Estética se le brinda cierto grado de autonomía al espectador sobre la obra con la interactividad a través de diferentes parámetros como: (Figuras 5 y 6)

- Botón Play – Pause. Brinda al espectador la posibilidad de detenerse a observar con mayor detalle alguna de las composiciones creadas y continuar cuando lo decida.
- Cámara. Permite guardar las composiciones favoritas del espectador.
- Cuadrícula. Permite visualizar el espacio dividido en partes iguales para apreciar a mayor detalle el equilibrio que se crea en cada composición.
- Cronómetro. El autor puede controlar la velocidad con la que se actualizan las imágenes.

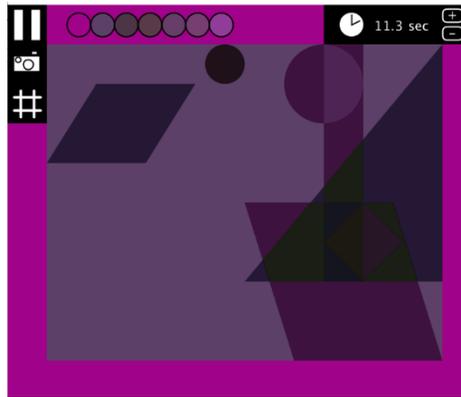


Figura 5. Interfaz de La Máquina Cromática.



Figura 6. Resultado de la función de Cámara de la obra.

Resultados

En cada una de las reinterpretaciones de La Máquina Estética, nos damos cuenta como el arte digital es un área multidisciplinar, se conjuntan las matemáticas, tecnologías, humanidades, etc. Aunque ambos proyectos surgen de la misma obra, con las mismas bases, cada una de las interpretaciones fue completamente distinta, con conceptos diferentes, funciones y acercamientos técnicos distintos.

La Fábrica Estética nos muestra un concepto como crítica social, un medio de concientización y reflexión sobre el estilo de vida descontrolado que vive el hombre y como por sí mismo es imposible mejorar. Se habla de un problema sistémico que sobrepasa las acciones personales, el cómo estamos acostumbrados a aceptar sin cuestionar la manera en que se producen los objetos que consumimos. Vemos una obra estéticamente balanceada y atractiva, usando las diferentes texturas que aportan un mensaje distinto según lo decida el usuario.

La Máquina Cromática es una obra conceptual mucho más filosófica, basada en el pensamiento de Barthes, donde el mismo autor cuestiona el control de su obra a pesar de ser el creador, pero entiende que al final el espectador es quien decidirá que composición del programa se queda en pantalla más o menos tiempo, decides eliminar cuantas propuestas quieras hasta encontrar la favorita. Es un acercamiento técnico con una base en la trigonometría, las paletas de colores auto generativas se crean a partir de la gráfica creada entre dos colores y un esquema de color determinado.

Con esta investigación pudimos aprender las diferencias entre diversos términos del mundo del arte digital como, el arte generativo y arte por computadora. Podríamos pensar que son sinónimos, pero la diferencia radica en que el arte generativo a partir de una serie de reglas, proceso metodológico incluso mecánico, nos brinda propuestas artísticas de manera "autónoma". Como en nuestra investigación, con los dos acercamientos, a partir de un código, la computadora proyecta propuestas visuales de manera aleatoria, no se desarrollaron instrucciones para cada obra. La diferencia del arte por computadora es que las propuestas visuales se generan con herramientas tecnológicas, puede ser desde una fotografía, ilustración, animación, hasta un juego con realidad aumentada. El arte generativo necesita de una computadora para ser y el arte por computadora no necesariamente debe ser generativo.

La digitalización pone de manifiesto algunos términos matemáticos que informan y sustentan la representación de una obra de arte, la cual nunca es exclusivamente táctil, sino que va más allá de la experiencia sensorial de primera mano, puede ser el resultado de diferentes métodos y técnicas que nos llevan a una experiencia totalmente nueva.

Conclusiones

La tecnología, las matemáticas y las artes son ramas de estudio que a pesar de sus diferencias pudimos aprender a lo largo de esta investigación que no son excluyentes entre sí, al contrario, que la fusión de todas estas áreas de estudios nos permite lograr resultados de gran complejidad, una cantidad enorme de aplicaciones en la vida diaria y crea un pensamiento lógico matemático sin dejar de lado la importancia de las ciencias humanísticas.

Incluso las controversias generadas entre el arte digital y el arte plástico se esclarecen con este proyecto, pues nos damos cuenta de que ambos estilos artísticos tienen una base en la estética y la composición visual, los productos resultantes de ambas corrientes artísticas son obras que expresan una idea, sentimiento o memoria, sin embargo, cada espectador puede reinterpretarlo según su historia y contexto. Las únicas variantes teóricas serían los métodos y las herramientas para generar arte, pero todos los resultados son arte. Felguérez vivió esta dualidad con su carrera artística, no sólo se apasionaba por ambas técnicas, sino que, las dominaba y a pesar de su gran amor por la tecnología y ser pionero en el arte digital en México decidió volver a la obra plástica. No porque alguno fuera mejor que otro, simplemente su pasión era la pintura.

No importa que tan diferentes sean los campos de estudio que más nos apasionan, simplemente cambiamos el concepto de cada una de ellas, para crear una nueva visión del mundo y de los conocimientos que tenemos como seres humanos.

Referencias

- Arnold, D. (2022). *A Companion to Digital Art*. John Wiley & Sons.
- Barthes, R. (1968). *La Muerte del Autor*. In: *Image, music, text*. London: Fontana Press; pp. 142-148
- Bauman, Z. (2015). *Modernidad Líquida*. Fondo de Cultura Económica.
- Felguérez, M. & Sasson, M. (1983), *La Máquina Estética*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Felguérez, M. (2018), *Páramo Manuel Felguérez*. Galería Páramo. Recuperado 30 junio 2022.
<https://paramogaleria.com/wp-content/uploads/2018/01/Preview-Manuel-Felguerez-Manuel-Felguerez-2018-SP.pdf>
- Fry, B. & Reas, C. (2021). Overview A short introduction to the Processing software and projects from the community. Overview. julio 22, 2022, de Processing Sitio web:
<https://processing.org/overview>
- Galanter, P. (2003). *What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory*. In GA2003–6th Generative Art Conference.
- Gerber, V. Zapata, C. & Bergen, C., 2020, *Ensayo Visual La Máquina Distópica*. Escuela Nacional de Pintura, Escultura y Grabado (ENPEG) "La Esmeralda". Pp 115 – 118.

Processing. julio 22, 2022, de Processing Sitio web: <https://processing.org/>

Pure Data. julio 22, 2022, de Pure Data Sitio web: <https://puredata.info/>